

Anat.

290

td

Anat. 290 td

Merkel

Die Focke

die Focke

Schlund- und Kehlkopf

Die Funktionen

des menschlichen

Schlund- und Kehlkopfes.



Mit 100 Abbildungen

Leipzig

Verlag von Otto Wigand

1883

Die Funktionen

des menschlichen

Schlund- und Kehlkopfes.

Die Funktionen

des menschlichen

Schlund- und Kehlkopfes

besonders beim

Schlingen, Brechen, Athmen, Singen und Sprechen.

Nach eigenen

pharyngo- und laryngoskopischen Untersuchungen

dargestellt von

Dr. Carl Ludwig Merkel,

Privatdocenten der Medicin an der Universität zu Leipzig.

Mit einer Tafel Abbildungen.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1862.

Go - Bk.

Die Funktionen

des menschlichen

Schlund- und Kehlkopfes

bestimmter Organe

Schlucken, Brechen, Atmen, Singen und Sprechen

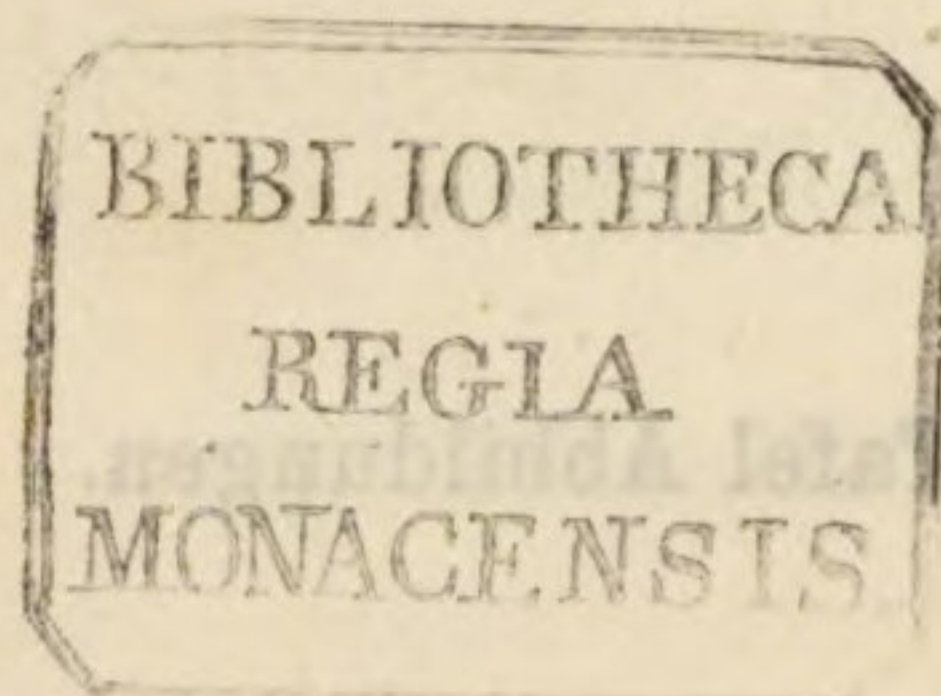
Nach eigenen

physischen und anatomischen Untersuchungen

hergestellt von

Dr. Carl Ludwig Merkel

Privatdocent der Medizin an der Universität zu Leipzig



Mit einer

Figur

Verlag von Otto Wigand

1862

V o r w o r t.

Als meine Anthropophonik¹⁾ im Manuskript bereits vollendet war, kam mir Garcia's bekannte Abhandlung über die menschliche Stimme, in welcher er zuerst über Anwendung des Kehlkopfspiegels Bericht gab, aber leider nur in einem ziemlich unvollständigen und theilweise fehlerhaften Auszuge in die Hände. Wenn ich damals auch an der Realität der Garcia'schen Entdeckung nicht zweifeln konnte, so glaubte ich doch aus einigen in jenem Auszuge enthaltenen Angaben Grund entnehmen zu dürfen, an der Realität seiner Beobachtungen einstweilen zu zweifeln (a. a. O. S. 608), weshalb ich mich nur darauf beschränkte, in meinem Buche seine anatomischen Ansichten aufzunehmen und zu berichtigen. Seit dieser Zeit wurde nun aber die neue (oder von Neuem²⁾ gemachte Entdeckung in Deutschland von mehreren Aerzten und Physiologen weiter verfolgt und für ärztliche Zwecke verwerthet, und auch ich konnte natürlich, nachdem ich meinen

1) Anatomie und Physiologie des menschlichen Stimm- und Sprachorgans (Anthropophonik). Nach eigenen Beobachtungen und Versuchen wissenschaftlich begründet und für studierende und ausübende Aerzte, Physiologen, Akustiker, Sänger u. s. w. dargestellt von Dr. C. L. Merkel. Leipzig, A. Abel, 1857. XXIV und 976 S. in gr. 8., mit 188 eingedruckten Illustrationen in Holzschnitt.

2) Der Erste, welcher einen Kehlkopfspiegel konstruirte und an sich anwandte, war der Mechaniker Selligues, Patient von Trousseau und Belloc (um das Jahr 1833, also vor Liston).

Irrthum eingesehen, in dieser Hinsicht nicht zurückbleiben. Es musste mir vor Allen daran gelegen sein, meine ohne Hülfe jenes Instruments gemachten Beobachtungen und meine auf Grund derselben aufgestellten und veröffentlichten Ansichten über den Mechanismus der Stimmbildung durch neue, mittels des Kehlkopf- und Rachenspiegels angestellte Versuche zu kontroliren und beziehendlich zu berichtigen. Zugleich studirte ich Garcia's Beobachtungen im Original, um sie mit den meinigen vergleichen zu können, dehnte ferner meine Beobachtungen ausser den Phänomenen der menschlichen Stimme auch auf die übrigen seit längerer Zeit vernachlässigten Funktionen des Schlund- und Kehlkopfs aus, und so entstand, ohne dass während der darauf verwendeten Zeit mir etwas von ähnlichen Arbeiten bekannt wurde, die vorliegende Schrift. Erst nachdem dieselbe zu einem vorläufigen Abschluss gediehen war, erhielt ich die auf gleichem Gebiete von Moura-Bourouillou¹⁾ und von Bataille²⁾ gelieferten Arbeiten, deren Resultate ich daher meinem Manuskript noch beifügen musste, bevor ich dasselbe dem Druck übergeben konnte.

Dies ist in Kurzem die Entstehungsgeschichte vorliegender kleinen, aber, wie ich denke, an wissenschaftlichem Inhalt ziemlich reichen und nicht nur dem Physiologen von Fach, sondern auch dem praktischen Arzte und selbst dem gebildeten Sänger, Gesanglehrer und Linguisten Interesse versprechenden Schrift. Sie ist aus dem Fortschritt der Wis-

1) Cours complet de Laryngoscopie suivi des applications du laryngoscope à l'étude des phénomènes de la phonation et de la déglutition. Avec gravures explicatives. Paris, De la Haye 1861.

2) Nouvelles recherches sur la phonation par Ch. Bataille, ancien interne et prosecteur d'anatomie à l'école de médecine de Nantes, professeur du chant au Conservatoire impérial de musique et de déclamation. Extrait d'un mémoire présenté et lu à l'Académie de sciences le 15. Avril 1861.

senschaft hervorgegangen, und ihr Erscheinen bedarf somit keiner besondern Rechtfertigung. Irren würde jedoch derjenige, welcher von vorn herein vermuthen wollte, dass durch die neuen, mittels der Autopsie erzielten Ergebnisse die vor der Garcia'schen Entdeckung von mir und Andern über die mechanischen Verhältnisse der hörbaren Phänomene des menschlichen Organismus auf sogen. theoretischem Wege erhaltenen Resultate eine wesentliche Umwandlung erlitten hätten. Im Gegentheil wird der unparteiische Leser, der sich die Mühe nehmen sollte, gegenwärtige Schrift mit meiner frühern grössern (Anthropophonik) zu vergleichen, finden, dass das Meiste dessen, was ich in Bezug auf das Wesen der Stimme vordem nur als Hypothese aufstellen konnte, durch die Autopsie bestätigt worden ist, dass verhältnissmässig nur Weniges eine Berichtigung erlitten hat, und wohl wird er auch, in Erwägung, dass alle Laryngoskopie nicht Alles erforschen kann, dass also noch genug auf anderem Wege zu erforschen übrig bleiben muss und musste, mit mir hoffen, dass meine Anthropophonik bei allen Ausstellungen, die an ihr gemacht werden können und zum Theil bereits von mir selbst gemacht worden sind, noch lange des Werthes sich erfreuen möge, der ihr von mehrern kompetenten Stimmen des In- und Auslands beigelegt worden ist.

Es ist vor wenig Monaten eine kleine Schrift erschienen unter dem Titel: *Altes und Neues über die Ausbildung des Gesangorganes*, mit besonderer Rücksicht auf die Frauenstimme, von E. Seiler. Leipzig, Voss. 1861. In dieser Schrift, welche unter Anderem auch auf die physiologischen Beobachtungen Garcia's und dessen Vorgänger (mich nicht vergessen) Rücksicht nimmt, gedenkt die geehrte Verfasserin (eine geschätzte Gesanglehrerin in Leipzig) der Anweisung, welche ich ihr im Gebrauch des Kehlkopfspiegels gegeben, fügt aber dabei irrthümlich hinzu, dass Gar-

cia's Beobachtungen, die sie in extenso wiedergiebt, sowohl von Czermak als auch von mir bestätigt worden seien. Da ich damals mit meinen an mir angestellten Beobachtungen bereits zu einem Resultat, das doch, wie vorliegende Schrift nachweist, von dem Garcia'schen sehr abweicht, gekommen war, und ich ihr diesen Erfolg meiner Arbeit durchaus nicht vorenthielt, muss ich annehmen, dass sie nicht nur einen Theil meiner Worte überhört, sondern auch die ihr an meinem Organ demonstirten Phänomene nicht richtig aufgefasst habe.¹⁾ Jedenfalls muss ich dagegen protestiren, unter die Nachbeter Garcia's gezählt zu werden.

Schliesslich bitte ich die geehrten Leser wegen der mangelhaften Nachweise hinsichtlich der beigegebenen Figuren, die meist erst während des Drucks zur Aufnahme bestimmt wurden, um Entschuldigung, und empfehle ihnen, sich schon vor der Lektüre des Buchs mit den Figuren und deren Erklärung etwas vertraut zu machen, damit sie dieselben auch ohne besondern Hinweis an den betreffenden Stellen nachsehen können.

Die S. 144 versprochene, eine weitere Ausführung des Kapitels über die menschlichen Sprachlaute enthaltende Schrift über die physiologische Laetik, welche im Manuskript bereits ziemlich vollendet ist, wird, so Gott will, noch während des gegenwärtigen Wintersemesters erscheinen.

Leipzig, den 8. November 1861.

Dr. L. Merkel.

1) Dahin gehört unter Anderem der Mechanismus der s. g. Kopftöne oder der obern Abtheilung des Falsetregisters, den sie wesentlich anders beschreibt (S. 25) und abbildet (Fig. 11), als ich ihn demonstirt habe. Vergl. meine Schrift S. 108 u. Fig. 16.

I. Methode der Untersuchung. — Apparat und Handhabung desselben.

Die Spekular-Untersuchung der bei unmittelbarer Inspektion verborgenen Schlund- und Halsorgane kann entweder bei Sonnenlicht oder bei künstlicher Beleuchtung vorgenommen werden. In ersterem Falle macht es einen Unterschied, ob die Sonne hoch oder tief steht. Steht die Sonne hoch, d. h. fallen deren Strahlen unter einem Winkel über 40° zum Horizonte in die Mundhöhle, da ist die direkte Anwendung des Sonnenlichts für unsern Zweck zu ermüdend, weil der Kopf dabei zu weit nach hinten gebeugt werden muss. Man kann zwar in einer halb liegenden Stellung des Körpers seine Organe exploriren, indessen hat auch dies seine Uebelstände. Namentlich ist die Einrichtung des Zimmers, in welchem man explorirt, selten so beschaffen, dass man bei sehr hohem Stande der Sonne für seinen Körper einen hinlänglich weit nach hinten (vom Fenster ab) beleuchteten Raum zur Disposition erhält, und oft die Strahlen gar nicht mehr den Kopf treffen können. Aus diesen Gründen explore man bei Hochstand der Sonne lieber mit einem in zwei Richtungen drehbaren und an einer beleuchteten Stelle des Zimmers fest aufgestellten Reflexionsspiegel: man fange das Sonnenlicht mit demselben auf und leite es in die Rachenhöhle. Der

Spiegel sei plan, nicht konkav, da das parallelinig einfallende Sonnenlicht hinlänglich erleuchtet und keinen Brennpunkt bildet, wie beim Hohlspiegel, also auch keine Verbrennungszufälle hervorbringen kann. Er sei ferner nicht zu gross: mein Spiegel hat noch nicht ganz 3'' P. Durchmesser und giebt Licht genug, dafern der Reflexionswinkel nicht zu klein ist, der Strahlencylinder also keinen zu schmalen Querschnitt darbietet. Zur Autopsie des Kehlkopfspiegelbilds bediene ich mich entweder eines zweiten Planspiegels von etwa gleicher Grösse, der etwas höher gehalten wird, als der einfallende Lichtcylinder, oder des Reflexionsspiegels selbst, den ich zu diesem Zwecke entweder in der einen Hand halte, oder in geringer Entfernung vom Gesicht so aufstelle, dass die obere Hälfte desselben das Sonnenlicht in die Mundhöhle wirft, die untere vom Kopf beschattete Hälfte das Spiegelbild des Kehlkopfs u. s. w. aufnimmt und ins beobachtende Auge leitet. S. Fig. 1. Man sieht also hier den grössten Theil der beleuchteten Theile auf einmal, nur den hintersten nicht, und, besonders wenn man mit einem grossen Kehlkopfspiegel (s. w. u.) operirt, die ganze Stimmritze von vorn bis hinten. Hat man eine stark leuchtende Lampe und einen gut reflektirenden Kehlkopfspiegel, so kann man diesen Versuch auch Abends anstellen. Man muss dabei auf einer Hitsche sitzen und die Lampe muss hoch genug sein, damit das Licht über den Kopf einfallen kann. Steht dieser Spiegel fest, so hat man beide Hände zur Disposition, so dass man, während die eine Hand den Kehlkopfspiegel hält, mit der andern Hand verschiedene Sondirungs- und andere Versuche anstellen kann, sobald man seine Zunge so weit in seine Gewalt gebracht hat, dass man nicht mehr nöthig hat, sie mit dem Spatel niederzuhalten.

Da man aber verhältnissmässig nur selten sich des Sonnenlichts ungestört bedienen kann, und da auch die mittels desselben angestellte Untersuchung wegen des veränder-

lichen Stands der Sonne mit noch andern Unbequemlichkeiten verbunden ist, so ist man in der Regel genöthigt, eine künstliche Beleuchtung anzuwenden. Hier muss in allen Fällen, wo nicht D r u m m o n d'sches Kalklicht, elektrisches Kohlenlicht, das Licht des verbrennenden Magnesiums und dergleichen zur Verfügung steht, eine Koncentrirung der Lichtstrahlen anwenden, entweder mittels eines Hohlspiegels, mittels einer Glaskugel (die am besten auf einem Stativ befestigt ist und mittels einer (hölzernen) Stellschraube höher oder tiefer gestellt werden kann), oder nach Lewin's, Voltolini's und Moura-Bourouillou's ¹⁾ Vorgänge mittels einer perspektivisch gefassten bikonvexen Lupe. Die Lichtquelle kommt am besten aus einer Moderateurlampe ohne Fuss und Schirm, deren Cylinder man, mit dem Hohlspiegel operirend, an der von letzterem abgekehrten Seite in geeigneter Weise abblendet, um die Lichtstrahlen möglichst intensiv auf den Hohlspiegel oder die Lupe fallen zu lassen. Sowohl die Flamme der Lampe als auch der Hohlspiegel stehe so ziemlich in derselben Höhe, als der Mund und der im Rachen befindliche Kehlkopfspiegel. Die Flamme stehe vom Hohlspiegel etwa um die Hälfte der Brennweite des letztern entfernt. Mein Hohlspiegel hat 8'' Brennweite. Den Okularspiegel, der eben oder nur sehr wenig konkav sein, d. h. einer Kugel von etwa 20'' Durchmesser angehören muss, muss man so halten, dass er den Lichtkegel des Hohlspiegels nicht berührt, sondern ausserhalb desselben, am liebsten an seiner Fokalstelle, weil er da am dünnsten ist und ihm am nächsten gebracht werden kann, zu stehen kommt. Früher hatte ich den Okularspiegel nach C z e r m a k's Vorgänge immer über den Lichtkegel (dessen Fokaleinengung) gehalten, bei welcher Stellung man ein etwas tiefer oder weiter rückwärts reichendes Bild seiner eignen Organe erhält, als der

1) Cours complet de laryngoscopie. Paris 1861. S. 41 ff.

durch die rasirte Centralstelle des Hohlspiegels blickende Beobachter, was man, wenn man als Demonstrator auftritt, wohl berücksichtigen muss. In jüngster Zeit versuchte ich, dem Okularspiegel andere Stellungen zu geben. Zuerst brachte ich ihn unter den Lichtkegel. Aber dann konnte ich nur Epiglottis und Arytaena beleuchtet sehen, in die Kehlkopfhöhle war der Einblick nicht gestattet: liess ich in diese den Lichtkegel fallen, so stand die Zunge im Wege. Besser gelang die Beleuchtung bei seitwärts vom Lichtkegel gehaltenem Okularspiegel: dann werden vor Allem die Seitentheile des Kehlkopfs und Ansatzrohrs, der eine Ventrikel, das eine Stimmband von innen u. s. w. erleuchtet und ist diese Methode zur genauern Betrachtung dieser Theile geradezu unerlässlich. Hat man mit beiden Händen in der Rachen- und Kehlkopfhöhle zu thun, so muss der Okularspiegel freilich ebenso fest aufgestellt werden, wie der Hohlspiegel. Zu diesem Zwecke reicht der Czermak'sche Apparat, den ich hier wohl nicht weiter zu beschreiben brauche, vollkommen aus. Einfacher und wohlfeiler lässt sich derselbe Zweck erreichen, wenn man den Okularspiegel auf einen ebenso beschaffenen Messingstab, wie der den Hohlspiegel tragende, aufsteckt und ihn ebenso unmittelbar, in einer Entfernung von 8" vom Hohlspiegel (wenn dessen Fokalweite so viel beträgt) auf die hölzerne Unterlage aufschraubt. Der lange horizontale Arm des Czermak'schen Apparats, der den einen Spiegelhalter trägt, fällt dann weg. Noch kunstloser ist Voltolini's Vorrichtung.

Zur direkten Beleuchtung und Abspiegelung der zu explorirenden Theile und Organe bediene ich mich seit einiger Zeit, nachdem ich die Mängel der früher üblich gewesenen Metallspiegel, die verhältnissmässig zu wenig Licht reflektiren, erkannt hatte, solcher Spiegel, die aus mit galvanisch präcipitirtem reinen Silber belegtem Spiegelglas gefertigt und

auf der belegten Fläche mit Packfong oder Neusilber, das noch ausserdem mit einem schwarzem Anstrich versehen ist, überzogen sind. Die Kehlkopfspiegel, mit denen ich an mir selbst experimentire, sind abgestumpft viereckig, 1'' 5''' hoch, oben und bis zur Mitte etwa 1'', unten 10 bis 11''' breit. Der Stiel ist in der einen obern Ecke angebracht, und einschliesslich des $2\frac{1}{2}$ '' langen Handgriffs ziemlich 6'' lang. Meine frühern Spiegel waren etwa um $\frac{1}{3}$ kleiner. Um einigermaassen genaue Messungen der reflektirten Bilder anstellen zu können, habe ich einen dieser grossen Spiegel mit einer Theilung, und zwar nach folgender Idee versehen lassen. Da das in einem unter 45° geneigten Spiegel reflektirte Bild sich zur Spiegelfläche verhält, wie die Kathete zur Hypothenuse, so wird das in einem Kehlkopfspiegel von 1'' 5''' Höhe unter einem Winkel von 45° einfallende und zurückgeworfene Bild genau eine Höhe von 1'' haben. Demnach liess ich die Mittellängenzone und die beiden ihr parallelen Randzonen meines Spiegels in 12 gleiche Theile theilen, von welchen jeder dem Auge 1''' breit erscheinen muss. Desgleichen liess ich auch die 1'' lange Mittelquerzone dieses Spiegels in 12 Theile theilen, von welchen in der Regel, wenn diese Zone zur Sehaxe unter einem rechten Winkel steht, jeder wiederum einer Linie gleich ist. Bei einem Glasspiegel führt diese Theilung freilich den Uebelstand mit sich, dass bei Schrägstellung desselben jeder in der Länge des Spiegels gezogene Strich doppelt erscheint, weil er von der Hinterfläche reflektirt wird, indessen gewöhnt man sich bald daran, und kommt endlich selbst dahin, diese Doppeltheit mit zu Maassbestimmungen zu benutzen. Zur Betrachtung der Pars nasalis des Pharynxraums bediene ich mich eines ovalen aus gleichem Material gefertigten Spiegels, dessen grosser oder transversaler Durchmesser 10'', dessen kleiner oder sagittaler Durchmesser $7\frac{1}{2}$ ''' beträgt. Der Stiel ist in der Mitte des einen

(vordern) gestreckten Randes angelöthet und flach S förmig gekrümmt. (S. Fig. 2). Behufs der Aufwärtsschiebung des Zäpfchens und nach Umständen des Randes des Gaumensegels hatte ich an mir selbst bisher noch nicht das Bedürfniss einer diesem Spiegel beizugebenden Vorrichtung empfunden, da mein Zäpfchen sehr kurz ist, wohl aber bei den Explorationsversuchen, die ich bisher an andern Individuen angestellt habe, an welchen das Zäpfchen oft eine bedeutende Länge zeigt. Provisorisch habe ich zu diesem Zwecke erst einen mit Bildung einer Oehse, die über die Spiegelfläche zu stehen kommt, umgebogenen, um den Stiel des Spiegels geschlungenen, an demselben vor- und rückwärts schiebbaren Draht angewendet, doch vermag ich bis jetzt noch nicht von besonders damit erzielten Erfolgen zu reden. Das von Störk (Ztschr. der Aerzte zu Wien 1860. No. 26) abgebildete Instrument habe ich noch nicht angewandt. — Mein früherer, zuweilen noch jetzt zur Verwendung kommender Rachen Spiegel ist von Stahl, dreieckig, die nach hinten und oben stehende Hypothenuse stumpfwinklich in die Katheten übergehend, deren Vereinigungswinkel in den Stiel ausläuft. Sein grosser Durchmesser beträgt $10\frac{1}{2}$, sein kleiner 8''' . — Vor den Glasspiegeln haben die Metallspiegel nur den Vorzug, dass sie dünner gearbeitet werden können, und keinen dunkeln Rand haben, sonst sind aber denselben die silberbelegten Glasspiegel ihrer stärkern Beleuchtungsfähigkeit wegen durchaus vorzuziehen.

II. Das zugängliche Sehfeld.

a) Mittels des Kehlkopfspiegels vermag man folgende dem geraden Einblick entzogene Gegenden, Theile und Organe zu erkennen: die hintere untere Abtheilung der Zunge, deren Uebergang und Verbindungen mit dem Kehldeckel, die

beiden zwischen diesen beiden Organen liegenden, durch das Lig. glossoëpiglotticum (medium) gesonderten Gruben (Sinus glossoepiglotticus, Valleculae nach Tourtual), das dreieckige, vom Arcus glossopalatinus und pharyngopalatinus begrenzte, oben in die Uvula auslaufende, nach unten theils in die Vallecula sich einsenkende, theils in die seitliche Rachenwand übergehende Vestibulum pharyngis medium, in dessen Ausbuchtung das Aggregat von Schleimkrypten sich befindet, welches eine mehr oder weniger vorspringende poröse oder netzartige, rauhe Vorrangung bildet und daher auch Tonsilla oder Mandel genannt wird; die Schleimhaut-Muskelfalten der beiden vorhin erwähnten Arcus palatini, namentlich deren hintere Fläche und untere Insertion; man sieht ferner den Kehldeckel selbst mit seiner nach unten beschränkten dunkelrothen mit lockerer Schleimhaut überzogenen Vorderfläche, und seiner bis zu dessen Insertion sichtbaren, hellrothen, mit festanliegender Schleimhaut bedeckten, nach unten zu einen Vorsprung (Kehldeckelwulst) bildenden Hinterfläche, das ziemlich starke (elastische Fasern enthaltende), halbmondförmige Ligam. hyoëpiglotticum laterale, weiter an der Seitenwand des Schlundrohrs nach hinten einen vom Capitulum des Zungenbeins gebildeten Vorsprung oder Wulst, der besonders bei Verschiebungen des Zungenbeins hervortritt; ferner das vom Seitenrand des Kehldeckels nach hinten und (bei der Phonation) nach innen gehende, fast nur aus einer Schleimhautduplikatur bestehende Ligam. ary-epiglotticum, das im Capitulum cartilaginis Wrisbergii oder, wo dieses (wie bei mir) fehlt, im Capitulum cartilaginis Santorini oder der Spitze des Giesskannenknorpels endigt; desgleichen erblickt man die beiden sehr in die Augen springenden, durch ihre grosse Beweglichkeit sich auszeichnenden, mit hellrother Schleimhaut umkleideten Giesskannenknorpel selbst, deren innere Fläche vollständig zu Tage liegt, während ihre Aussen- und Hinter-

fläche nur theilweise sichtbar sind; zwischen den Giesskannenknorpeln sieht man die bei tiefer Inspiration etwa 4''' lange, durch den darunter liegenden *Musc. ary-arytaenoideus* ziemlich wulstige *Plica interarytaenoidea*, die bei der Phonation sich bis zum Unsichtbarwerden verkürzt; wendet man nun das Auge nach der Mitte, so blickt es in die Kehlkopfhöhle selbst, deren obere Abtheilung vollständig, so weit es dem von oben oder wenig von der Seite her kommenden Blick gestattet ist, übersehen werden kann (keilförmige untere Abtheilung des Kehldeckels, *Membrana quadrangularis*, nach unten vom wulstigen Taschenbände begrenzt, Eingangsspalte zum Ventrikel, obere Fläche des Stimmbandes, Stimmfortsatz des Giesskannenknorpels, *Columella* der *Morgagni'schen* Drüse, wo sie besonders entwickelt ist); von der untern Abtheilung der Kehlkopfhöhle sieht man wenigstens einen Theil der vordern Wand derselben (*Ligam. conicum*), und in noch grösserer Tiefe die Vorderwand und nach Umständen die Seitenwandung der Luftröhre bis zu ihrer Bifurkation. Seitwärts von den Centraltheilen des Kehlkopfs blickt man in den vorn vom *Ligam. hyo-epiglotticum*, nach aussen vom Zungenbeinhorn und dessen Köpfchen, so wie von der *Membrana obturatoria* und der Seitenwand des Schildknorpels, nach hinten von der Pharynxwand, nach innen von der *Membrana quadrangularis* und einem Theile des Giesskannenknorpels begrenzten *Sinus pyriformis*, auf dessen Grund man, etwas nach aussen, das hintere Stück des obern Randes des Schildknorpelflügels in Form eines hellen Streifens durchschimmern sieht. Endlich überblickt man die hintere Pharynxwand bis an die Stelle, wo sie der Ringknorpelplatte und den Giesskannenknorpeln anliegt, und so die *Pars laryngea* des von mir sogenannten Fangrohrs des Stimmorgans nach unten abschliesst.

Dies sind etwa die Gegenstände, die sich dem in den

Kehlkopfspiegel, dessen Stellung dabei freilich verschiedentlich geändert werden muss, blickenden Auge darbieten. Dem Blick entzogen bleibt also für gewöhnlich die hintere Portion der Mucosa glottidis cartilagineae und Theile der untern Abtheilung der Kehlkopfhöhle. Desgleichen konnte ich, wenigstens an meinem eignen Körper, folgende Organe, die ich nach dem Vorgange anderer Schriftsteller und nach meinen Untersuchungen an Todten als anatomisch vorhandene in meiner Anthrophonik beschrieben und abgebildet habe ¹⁾, nicht oder nur unvollkommen wahrnehmen. 1) Die Ligamenta glosso-epiglottica lateralia, zwei Schleimhautfalten, die sich am ausgeschnittenen Präparat etwa $\frac{1}{2}$ " vom Lig. glosso-epiglotticum (medium) entfernt und mit demselben ziemlich parallel laufend bilden, wenn man die Zunge etwas nach vorn zieht. Aber im Kehlkopfspiegel erscheint der beiderseits vom Lig. glosso-epiglott. sich ausziehende Raum (Vallecula) glatt und eben bis zu seinem durch ein anderes Band (s. w. u.) vermittelten Uebergang in den seitlichen Rachenraum, ohne dass sich darin eine Falte bildet. 2) Ligamentum s. plica pharyngo-epiglottica, zuerst von T o u r t u a l beschrieben, welche Falte sich von dem Arcus pharyngo-palatinus auf halbem Wege abzweigen und nach dem Seitenrande der Epiglottis, da, wo das Lig. hyo-epiglotticum sich inserirt, sich begeben, auch sogar besondere Muskelfasern (M. pharyngo-epiglotticus) enthalten soll. Es existirt zwar eine solche Falte, aber nicht in dem Sinne und mit den Eigenschaften, wie T o u r t u a l vermeint. Wir kommen bald darauf zurück. — Dass sich ferner an meinem Kehlkopf das Capitulum s. Cartilago Wrisbergii nicht vorfindet, ist nur ein individueller Mangel und kommt auch sonst vor: die Columella s. Glandula Morgagni ist deswegen doch vorhanden.

1) S. 181 ff.

b) Mittels des Rachenspiegels bin ich durch besonders günstige Disposition meines Mundhöhlenorgans im Stande, die hintere Pharynxwand bis zum obern blinden Ende dieser Höhle, die durch die Choanen durchbrochene Vorderwand derselben, die Seitenwände nebst Ostium tubae Eustachii, und sogar, freilich in grosser Verkürzung, die untere Fläche der Pars nasalis des Fangrohrs, kurz, diese Räumlichkeiten in vollständiger Ausdehnung, mit allen ihren sechs Wänden und allen darin enthaltenen Oeffnungen, Vorsprüngen, Leisten u. s. w. an mir zu übersehen, so wie tief in die Nasenhöhlen sammt ihren drei Muscheln mit dem Auge einzudringen. — Man beleuchte zu diesem Zwecke erst, bei gesenktem Gaumendach und hoher Stellung des Spiegelgriffs, die Hinterwand, und bringe dann durch allmäliges Senken des Griffs, einiges Drehen des Spiegels um seine Längenaxe und Verschieben seiner ganzen Fläche den Grund oder das Dach der Schlundkopfhöhle und deren Vorderwand, Seitenwände u. s. w. zu Gesicht. Man kann freilich nicht Alles auf einmal sehen, da der Spiegel nicht in solcher Grösse angewandt werden kann, wie der Kehlkopfspiegel, auch verdeckt immer das Zäpfchen einen Theil des Bildes, aber dadurch erwächst für das Resultat der Spekulirung kein Nachtheil. Fig. 3 giebt eine Abbildung der vordern und theilweise seitlichen Wandungen der Pars nasalis meines Pharynx, wie sich dieselbe mir im Spiegel darstellt. Ich hoffe, dass diese Abbildung sich von allen bisherigen „anatomischen“ Abbildungen (so wie von der Czermak- und Semeleder'schen) dieser Körpergegend zu ihrem Vorthail unterscheiden wird. Eine kleine katarrhalische Anschwellung der Weichtheile, besonders auf der linken Seite, ist dabei nicht zu verkennen. — Schade, dass die Rhinoskopie im Allgemeinen mit grössern Schwierigkeiten verbunden ist und nicht so lange ertragen wird, als die Laryngoskopie, denn die vom Spiegel berührten

Theile werden nach einiger Zeit so empfindlich, dass man die Untersuchung abbrechen muss. Auf der einen Seite habe ich die Lage und das Verhalten des Katheters angegeben, wenn er in die Tuba Eustachii geschoben worden ist. Abermals Schade, dass man (wenigstens ich), wenn Letzteres geschehen ist, den Mund nicht so weit ohne Inkonvenienz öffnen und auch die Gaumendecke nicht tief und anhaltend genug senken kann, um den Katheder im Spiegel vollständig, so weit er sichtbar ist, übersehen zu können. Doch bin ich im Stande, wenigstens eine kurze Zeit lang diesen Vorgang einigen Zuschauern zu demonstrieren.

III. Lage, Beschaffenheit und Bewegungen der im Spiegel sichtbaren Organe.

Zunge, Zungenbein und Kehldeckel. — Der hintere untere Theil der Zunge, den wir schlechthin Wurzelportion der Zunge nennen wollen, steht für gewöhnlich senkrecht auf dem Zungenbein, kann aber unter Umständen von dieser Stellung nach hinten oder nach vorn abweichen, wobei das Zungenbein seine anfängliche Stellung behalten oder verändern kann. Namentlich wird beim Brechen die Wurzelportion in der bekannten Weise ausgehöhlt und dabei das Zungenbein ein Stück vor und aufwärts gezogen. Wir werden den Mechanismus des Brechens später genauer untersuchen. Für die laryngoskopische Untersuchung muss die Zunge möglichst tief auf dem Boden der Mundhöhle liegen, gleichwohl ihr Wurzeltheil ziemlich weit vorgezogen sein, damit der Kehldeckel sich hinlänglich hebe, um den Einblick in die Kehlkopfhöhle gestatten zu können. Diese Bedingungen vermag ein gebildeter Sänger, der sich die richtige Vokalbildung gehörig angeeignet hat, leicht zu erfüllen,

sobald man ihm nur angiebt, ein Ä zu bilden, dabei jedoch den Zungenrücken so tief zu halten sich zu bemühen, wie es für das A normal ist. Nichtsänger oder blosser Natursänger haben in der Regel mit der Lage ihrer Zunge mehr oder weniger zu kämpfen, und bringen es erst durch längere Uebung dahin, ihre Zungenmuskeln so weit in ihre Gewalt zu bringen, dass eine gewaltsame Niederdrückung ihrer Zunge entbehrt werden kann. Gut ist es, wenn man dem zu Explorirenden einen kleinen Spiegel in die Hand giebt, und diesen so halten lässt, dass er seine Zungenbewegungen darin selbst kontroliren kann, ohne das Einfallen des Lichtes dadurch abzuschneiden.

Der hintere, nur im Spiegel sichtbare Theil der Zungenoberfläche erscheint durch die Masse der unter seiner Schleimhaut liegenden Follikeln rauh, warzig und uneben, auch ist es nicht immer (wie bei mir) möglich, die eine Hälfte desselben willkürlich so weit nach vorn von der Epiglottis ab zu ziehen, als die andere. In der Regel ist dieser Theil von Schleimbeleg frei, wenn auch die weiter nach vorn, schon ohne Hülfe des Kehlkopfspiegels sichtbare Zungenfläche belegt ist. Doch sind meine Erfahrungen über diesen Punkt an Kranken noch zu wenig zahlreich, um zu diagnostischem Zwecke darüber etwas feststellen zu können.

Bei hinlänglich nach vorn gezogener Zunge erscheinen im Spiegel drei faltenartige Vorsprünge auf dem Hintertheile und an der Wurzel der Zunge, durch welche dieselbe mit gewissen Nachbarorganen in speciellere Verbindung gebracht wird. 1) Die dem unbewaffneten, in die Mundhöhle gerade einblickenden Auge zum grossen Theile bereits sichtbare *Plica s. arcus glossopalatinus*. Mit dem Laryngoskop vermag man dessen Zungeninsertion, so wie dessen hintere Fläche genau zu erkennen und überhaupt von seiner Dicke und Organisirung sich einen vollständigen Begriff zu machen,

als vordem möglich war. S. Fig. 4. Die Breite dieser Falte beträgt an ihrer Zungeninsertionsstelle bei ihrer grössten Ausspannung (vorgestreckter Zunge) etwa 3''' , ihr dicht an dieser Stelle geführter Querschnitt würde keilförmig erscheinen, und die darin liegenden Muskelfasern hören jedenfalls schon etwa 1''' vor dem scharfen Rande auf, denn man sieht hier zwei Längenfurchen, und die Farbe ist gegen den scharfen Rand zu mehr violettroth und wird erst gegen die Seitenwand der Mund-Rachenhöhle hin hochroth. Die Insertionsstelle der Zunge wird dabei etwas vorgezogen, was gegen Zaglas spricht, der den *Musc. glossopalatinus* für eine Verlängerung der zwischen beiden Insertionsstellen liegenden Quermuskelfasern der Zunge hält. 2) Die bisher noch nicht beschriebene *Plica glosso-hyoidea* s. *Ligam. glosso-hyoideum laterale*. S. Fig. 5. 6. Dies Band geht von der Zungenwurzel oder dem untern, an den Körper des Zungenbeins gehefteten Rande der Zunge, etwa dem äussern stumpfen Winkel der Epiglottis gegenüber, schräg nach hinten, aussen und oben, um sich in Verbindung mit dem stärkern *Ligam. hyo-epiglotticum laterale* an das Zungenbeinhorn zu begeben und sich daselbst in die Weichtheile zu verlieren. Es scheint kein blosses Schleimhautband zu sein und einige elastische Verstärkungsfasern zu besitzen. Bei mir erscheint es als ein hellerer, wenig erhabener, auf der rechten Seite scheinbar doppelter Streif, der sich namentlich an der Stelle, wo es sich mit dem *Lig. hyo-epiglott.* vereinigt, etwas vom Grunde der Vallecule abhebt. Beim stärkern stossweisen Intoniren des Ä weicht die ihm nach innen und unten anliegende Schleimhaut etwas zurück, so dass sich die Vallecule hier stärker aushöhlt. Es liegt bereits, besonders nach auswärts merklich höher, als der Grund dieser Vallecule, und grenzt sie nach aussen von der Seitenwand des Vest. phar. med., auf welcher hier die Mandel liegt, ab. 3) *Lig. glosso-epiglotticum* (früher *Lig. glosso-epigl. medium*) ist die

bekannte in der Sagittalebene stehende, stark elastische Schleimhautduplikatur, welche die Zunge mit dem Kehldeckel in Verbindung setzt, und letztere aufrecht stellt, wenn die Zunge sich vorwärts bewegt. Unterstützt und regulirt wird diese Bewegung durch den von mir ¹⁾ wieder aufgefundenen und beschriebenen *Musc. glosso-epiglotticus*, welcher unter diesem Bande liegt und als Abzweigung des *M. longitudinalis linguae superior* sich an die Epiglottis begiebt. Das *Lig. glosso-epigl.* ist an seinen Insertionsstellen stärker, als in der Mitte und an seinem freien Rande.

Die bereits einigemale erwähnte *Vallecula*, s. *Sinus glosso-epiglotticus* ist eine beiderseits vorhandene, etwa $\frac{1}{4}$ Quadratzoll bedeckende eiförmige, nach aussen, hinten und oben sich zuspitzende, nach vorn von der hier etwas ausgehöhlten Zungenwurzel, nach innen von dem *Ligam. glosso-epiglotticum*, nach hinten von der Epiglottis, dem *Ligam. hyo-epiglotticum laterale*, und nach aussen von dem *Lig. glosso-hyoideum laterale* begrenzte Bucht oder Vertiefung, welche im Kehlkopfspiegel zur vollständigen Erscheinung kommt, wenn man den Vokal Ä kräftig, mit starker Vorwärtsziehung der Zunge intonirt. Am tiefsten ist sie in der Nähe des *Lig. glosso-epiglotticum*, gegen das *Ligam. hyo-epiglott.* und *glosso-hyoideum* wird sie allmählig seichter, bis sie in der Gegend des letztern Bandes in die Seitenwand des *Vestib. pharyngis medium* sich (aufwärts) umschlägt. Der Boden der *Vallecula* ist mit einer glatten, blassrothen, durch einige dunklere Venen geäderten Schleimhaut bekleidet. Vor der Besichtigung derselben spüle man sie mit Wasser aus, da sie für gewöhnlich mit Luftblasen haltendem Speichel angefüllt ist.

Der bereits dem Kehlkopfe angehörige Kehldeckel hat uns bis jetzt nur seinen etwas nach vorn umgeschlagenen

1) *Anthropophonik* S. 234. Fig. 71 g.

obern Rand, und in grosser Verkürzung das überhaupt sichtbare Stück seiner vordern Fläche und seines Seitenrandes gezeigt. Besser, aber immer noch in einiger Verkürzung, kommt die vordere Fläche des Kehldeckels zu Gesicht, wenn man den Spiegel mehr senkrecht stellt. Man sieht dann die doppelte Krümmung desselben, welche von vorn nach hinten einwärts (konkav) von rechts nach links auswärts (konvex) geht; ferner die *Crista mediana* als Fortsetzung des etwa in der Mitte dieses Knorpeltheils endigenden *Lig. glosso-epiglotticum*, welche in dem Rande der Epiglottis zu einer kleinen keilförmigen Erhabenheit anschwillt. Letztere scheint nicht bei allen Individuen vorzukommen, bei mir ist sie sehr deutlich zu sehen. In Folge der doppelten Krümmung erscheint die Epiglottis bei mir und vielen andern Individuen einer aufgeschlagenen Hutkrempe ähnlich. Bekleidet ist die vordere Fläche der Epiglottis von einer weichen, gefässreichen, locker angehefteten Schleimhaut, deren dunklere Farbe von der der hintern Fläche sehr absticht. Bei andern Individuen fehlt die von vorn nach hinten gehende Aushöhlung des obern Epiglottistheils fast ganz, und es erscheint dann das Organ klein und muldenförmig, schneppenartig und nebst der ganzen Apertur des Kehlkopfs weniger breit, als bei der vorigen Organisation. In der Regel ist die Epiglottis auch länger, wenn sie doppelt, als wenn sie einfach gekrümmt ist; auf die Stimmlage scheint dieser Unterschied keinen Einfluss zu haben, denn ich habe Tenoristen gefunden, deren Epiglottis sich ebenso verhielt, als die meinige, und umgekehrt Bassisten, wo sie nur die eine, die Einrollung bewirkende Konvexkrümmung zeigte. Mag aber die Epiglottis so lang sein, als sie will, nie reicht sie nach meinen bisherigen Beobachtungen auch bei Schluss des Kehlkopfs so weit nach hinten, dass sie die Hinterwand des Pharynx berührte: ihr oberer Rand steht dann immer noch einige (2—4) Linien

von dieser Hinterwand ab. Czermak dagegen sagt ¹⁾, dass für gewöhnlich die Epiglottis mit den oberen Theilen ihrer Seitenränder die hintere Pharynxwand so berühre, dass nur unten zu beiden Seiten und oben in der Mitte Lücken für die Athmungsluft übrig bleiben. Allerdings ist Czermak's Epiglottis, wie ich mich, als er in Leipzig eine Demonstration gab, selbst überzeugt habe, sehr gross und breit, aber er hätte doch diese Ausnahme nicht als Regel aufstellen sollen. Auch Moura-Bourouillou ²⁾ hat nie einen wirklichen Kontakt des freien Randes der Epiglottis mit der Pharynxwand wahrnehmen können: es blieb immer ein leerer Raum zwischen letzterer und der ganzen Ausdehnung der oberen Kehlkopföffnung. Sehr eng fand er ihn an den Seiten der freien Epiglottis, breiter in der Mitte und im Niveau der Ligg. aryepiglottica. Diese Disposition hängt von der Stellung ab, welche die Zungenbasis bei der Laryngoskopie annimmt. Wird die Zunge natürlich und leicht hinter den Zähnen des Unterkiefers bei weitgeöffnetem Munde gehalten, so höhlt sich ihre Oberfläche während der Inspiration von vorn nach hinten aus. Die Epiglottis bleibt dabei, wie sich Moura-B. ausdrückt, ganz isolirt. Sobald man aber die Zungenbasis deprimirt, was bei zu weiter Mundöffnung geschieht, so senkt sich die Epiglottis, ihr freier Rand nähert sich der Pharynxwand und zwar scheinbar (bei oberflächlicher Beobachtung) bis zur Berührung, was aber nicht der Fall ist, und während ruhiger Respiration bei geschlossenem Munde, wo die Zunge sich hoch hebt und die Epiglottis auf- und vorwärts zieht, noch viel weniger möglich ist.

1) Der Kehlkopfspiegel und seine Verwerthung. Leipzig 1860. S. 37.

2) Cours complet de Laryngoscopie suivi des applications du laryngoscope à l'étude des phénomènes de la phonation et de la deglutition. Paris 1861. S. 65.

Der seitliche Rand des Kehldeckels ist nur etwa 4—5''' frei in die Höhle des Schlundes ragend, dann heftet sich das Lig. hyo-epiglotticum laterale an denselben, welches sich sichelförmig ausgeschweift nach aussen, hinten und oben an das Capitulum ossis hyoidei ansetzt. Auf etwa halbem Wege nimmt es (S. Fig. 5. 6.) das vorhin erwähnte, schwächere Ligam. glosso-hyoideum laterale auf, und giebt dieser Stelle gegenüber das nach oben in die Seitenwand des Vestibulum pharyngis medium unter oder fast hinter der Tonsille auslaufende, aber mit dem Arcus pharyngo-palatinus sich durchaus nicht vermengende¹⁾ Lig. s. plica pharyngo-epiglottica ab, welches im Kehlkopfspiegel den vorderen Abschnitt des vorigen Bandes scheinbar zu einer Parabel verlängert. Diese Falte ist ebenso wenig entwickelt, als die Plica glosso-hyoidea; Muskelfasern besitzt sie kaum mehr, als jeder beliebige andere Streif der Pharynxwand, und schwerlich hat sie die physiologische Bedeutung, welche ihr Tourtual beilegt²⁾.

Der Arcus pharyngo-palatinus ist eine durch eine thorartige Oeffnung durchbrochene Fortsetzung der weichen Gaumendecke nach unten und hinten, und zugleich das

1) Dies kann man, sobald man sich im Kehlkopfspiegel die Stelle gemerkt hat, wo es an die Tonsille tritt, sogar mit blossen Augen kontrolliren, wenn man gerade in die Rachenhöhle sieht, und den Zungenrücken tief genug hält oder drückt.

2) L. c. p. 74. 75. Allerdings wird bei mir, wenn ich einen Vorgang erzeuge, bei welchem die Pfeiler des Arcus pharyngo-palatinus einander genähert werden, z. B. bei Bildung eines gepressten Ä-Lautes, auch die sich nach oben und hinten ziehende Ausschweifung der Ligg. hyo-epiglottica der Mittelebene etwas genähert und der Bogen dieses Bandes enger, offenbar aber nur durch die gleichzeitig stattfindende, die Zungenbeinhörner einander näher bringende Kontraktion des M. hyopharyngeus. Nur bei Individuen mit muldenförmiger Epiglottis scheinen die in die genannte Falte gehenden Muskelfasern stärker entwickelt zu sein.

Organ, welches den weichen Gaumen nach der seitlichen Rachenwand fort- und mit der hintern Rachenwand in Verbindung setzt. Man kann dieses merkwürdige vor meinen Untersuchungen ¹⁾ in anatomischer und physiologischer Hinsicht noch in tiefes Dunkel gehüllt gebliebene Organ mit einem doppelten, aus zwei einander mit ihren Innenrändern zugekehrten Stücken bestehenden Vorhang vergleichen, von welchem jede Hälfte mit ihrem Aussenrande an die Seitenwand des Pharynx, mit ihrem obern Rande an den hintern Rand der Gaumendecke angeheftet ist, mit dem innern Rande in die Rachenhöhle hinein, dem entsprechenden Rande der andern Hälfte entgegen, ragt, mit dem untern Rande unter einem sehr spitzigen Winkel mit der hintern Pharynxwand verwachsen erscheint. Im ruhigen oder Erschlaffungszustand erscheint nämlich das ganze Organ als ein Bogen oder Thor, dessen Pfeiler in der genannten Wand inserirt sind. Bei genauerer Untersuchung findet man aber, dass dieses Organ ziemlich noch einmal so gross ist, als es scheint, dass es aus zwei vollständigen, zu einer Ellipse sich vereinigenden, Bogen besteht, deren Konkavitäten also einander zugekehrt sind, von welchen jedoch die untere Hälfte unter der gemeinschaftlichen Schleimhaut des Pharynx liegt, und nur die obere Hälfte sich von demselben nach oben divergirend als eine dicke Schleimhautfalte abhebt und so als scheinbar selbstständiges Organ zur Erscheinung kommt. Denn es besteht aus zwei an der Gaumendecke hängenden etwa 5—6''' breiten Muskelplatten (*Mm. palatopharyngei* s. *pharyngopalatini*), deren obere Hälfte grossentheils von einer selbstständigen Schleimhaut überzogen ist, während die untere einen integrierenden Theil der Pharynxwand darstellt, und deren Fasern im gewöhnlichen, relaxirten Zustand bogen-

1) A. a. O. S. 216 ff.

förmig nach aussen gekrümmt sind, dergestalt, dass die beiden innersten Schichten derselben oben in der Gegend des Zäpfchens und unten, etwa dem Obertheil der Ringknorpelplatte gegenüber zusammenstossen, ungefähr in ähnlicher Weise, wie die beiden Abtheilungen des *M. orbicularis oculi* oder des *orbicularis oris*. Ziehen sich nun beide Muskelplatten, wenn bei gleichzeitiger antagonistischer Kontraktion der beiden *Mm. levatores palati molles* ihnen eine feste Zugsrichtung ermöglicht worden ist, zusammen, so werden ihre anfangs gebogenen Fasern gerade, und die von ihnen begrenzte elliptische oder spitzbogenförmige Oeffnung wird zugezogen, bis auf einen Spalt oder eine Ritze, die wir *Rima palatopharyngea* nennen wollen; dabei wird die Schleimhaut des Pharynx, welche den untern Theil dieses ganzen Muskelorgans bedeckt, in zwei dicken Falten gegen die Medianlinie gezogen, neben welchen zuweilen noch ein Paar accessorische sich bilden; und weil bei diesem Vorgange der ganze Pharynx auch seiner Länge nach verkürzt wird (durch gleichzeitige Kontraktion der *Mm. stylopharyngei* und *hyopharyngei*), so bilden sich hinter dem Kehlkopf zwei muskuläre, im Kehlkopfspiegel leicht sichtbar zu machende, Erhabenheiten oder Aufwulstungen, welche sich in die Sinus pyriformes legen, sobald eine in sie gerathene Substanz aus denselben verdrängt werden soll. — Das auf den ersten Anblick Unbegreifliche und auch wirklich von Tournier und vielen Andern Unbegriffene dieses Vorgangs, bei welchem plötzlich ein von zwei bogenförmig von einander weit divergirenden, unten scheinbar fest in die Pharynxwand inserirten Muskelpfeilern gebildetes Thor bis auf einen Spalt zusammengezogen wird, ohne dass man die Kraft, die dies bewirkt, sehen oder vorläufig theoretisch nachweisen kann, mindert sich ausser dem von mir zuerst gelieferten anatomischen Nachweise noch durch die Erwägung, dass alle Muskeln des Pha-

ryn timer bedeutenden Verkürzung fähig sind, und namentlich bei dem Schlingprozess in der Regel sich bis auf ihr Dimidium und noch weiter zusammenziehen. Allerdings steht dann die Rima palatopharyngea plötzlich an derselben Stelle, wo unmittelbar vorher das weitgeöffnete Thor stand, während eine nur kurze physiologische Ueberlegung uns lehrt, dass von dieser Rima nur die obere Hälfte dem vorigen Thore entsprechen kann.

Diese ganze scheinbar etwas komplicirte Einrichtung war deshalb erforderlich, einmal weil der Pharynx nicht nur der Verdauung dient, sondern für gewöhnlich bei geschlossenem Munde auch als Durchgangsorgan für die ein- und auszuathmende Luft fungiren muss, sodann weil er in ersterer Hinsicht nicht in der gewöhnlichen Weise eines Darmstücks fungiren kann, da das Zungenbein und der Schildknorpel mit ihren Hörnern ihn fortwährend auseinander gespreizt halten, weil also die sonst gewöhnliche wurmförmige Kontraktion desselben mittels eines Kreismuskels nicht statthaft war. Es musste daher ein Muskelseptum zwischen Gaumendecke und hinterer Pharynxwand eingeschaltet werden, das nach Umständen geöffnet und geschlossen werden kann, um den Pharynx nach Bedürfniss zum Durchgang der Athmungsluft, die aus der Nasenhöhle kommt und in sie zurückkehrt, zu öffnen, oder ihn zur Abhaltung des Eindringens der Schlucksubstanz in letztern Raum von demselben abzuschliessen. Man wird zugeben, dass auch hier die schöpferische Natur auf die einfachste und zugleich vollkommenste Weise zu Werke gegangen ist.

Die übrigen Bewegungen, welche die eben beschriebenen Organe vollziehen oder erleiden, sind ziemlich einfach, und bestehen fast nur in Vor- und Rückzug, oder Auf- und Niederbewegung, wobei immer beide Seiten gleichzeitig, wenn

auch nicht immer gleichmässig, thätig sind. Bewegungen an oder nach der einen oder andern Seite hin kommen für gewöhnlich nicht vor. Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass der Hintertheil der Zunge beweglicher ist, als das Zungenbein, welches seine Stelle ganz oder fast ganz beibehalten kann, während die Zunge sich bedeutend verschiebt. Durch die möglichst ausgiebige Vorwärtsbewegung des Wurzeltheils der Zunge werden die Valleculae zum Vorschein gebracht, doch muss die Epiglottis dabei gleichzeitig durch ihre Rückwärtszieher nach hinten bewegt werden. Beim Vokal Ä steht der ganze Sinus glosso-epiglotticus weit offen, mitunter die eine Vallecula weiter, als die andere; beim Vokal A ist er durch Rückwärtsbewegung der Zunge vollkommen geschlossen, die Zunge liegt hier der Vorderfläche der Epiglottis vollständig an, und auch letztere ist dabei stärker gesenkt, als beim Ä. Mit der Schwingungszahl des Tons hat die Stellung der Zunge nichts zu schaffen, eher mit der Klangfarbe. Darüber später. Dagegen spielt die Stellung der Epiglottis bei der Tonabstufung eine sehr bedeutende Rolle, wie wir gleichfalls später genauer untersuchen wollen. Vorläufig müssen wir aber doch schon jetzt uns mit den Mitteln bekannt machen, deren man sich zu bedienen hat, um eine widerspenstige, stets nach hinten strebende Epiglottis zum Aufstehen zu bringen, damit wir deren hintere Fläche betrachten und einen Einblick in die Kehlkopfshöhle selbst gewinnen können. Das eine, jedoch noch nicht ausreichende Mittel ist das Vorwärtsziehen des Zungenbeins mittels der MM. geniohyoidei, genioglossi, mylohyoidei, digastrici antici. Es muss einer schon viel Specialherrschaft über seine Muskeln haben, wenn er dies Mittel mit Erfolg anwenden will. Das andere Mittel besteht im Erzeugen eines hohen Ä-Tons, am besten eines Fisteltons, den man mehrere Male nach einander, mit kurzen Intervallen, erzeugt. Auch wenn man

einen Inspirationston erzeugt, hebt sich die Epiglottis bedeutend caeteris paribus höher, als expirando.

Dabei muss ich vor einem Irrthum warnen, der hier leicht möglich ist. Wenn der Kehlkopf, zunächst der Schildknorpel, ein Stück herabgezogen wird, da kommt es dem Laryngoskopirenden leicht so vor, als ob derselbe an seinem Orte stehen bliebe, und dafür der Kehldeckel, welcher, weil er mit dem Zungenbein und der Zunge, die jener Bewegung nicht zu folgen brauchen, in Verbindung steht, in die Höhe stiege; und umgekehrt glaubt man oft, dass der Kehldeckel sich senke oder auf die Apertur des Kehlkopfs sich lege, wenn dieser in die Höhe gezogen wird. Es ist oft schwer, im gegebenen Falle im Kehlkopfspiegel diese Bewegungen genau zu ermessen und zu kontroliren, daher ist es immer gerathen, den Objektivspiegel so zu halten, dass er gleichzeitig die Halsgegend zu Gesicht bringt und ein etwaiges Auf- oder Absteigen des Kehlkopfs erkennen lässt.

Jetzt vermögen wir die Epiglottis auch von ihrer hintern Seite zu betrachten. Das führt uns zur Betrachtung der Organe der oberen Kehlkopfsöffnung und des von Tournier¹⁾ sogen. Vestibulum pharyngis infimum. Die anatomischen Verhältnisse dieser Organe und Organentheile kann ich wohl als im Allgemeinen bekannt voraussetzen, daher ich mich nur auf das durch die Laryngoskopie neu oder genauer Erforschte beschränke. Beim gewöhnlichen Athmen steht der obere Rand meiner Epiglottis etwa 3 bis 4''' weit von der Hinterwand, etwas weniger weit von der Seitenwand des Pharynx ab, die Spitzen oder Capitula der Giesskannknorpel (eigentlich der Santorini'schen Kn.) liegen dieser Wand an und stehen etwa 4—5''' weit von einander ab, die Stimmritze sieht man von hinten nach vorn etwa 1 1/2''' lang,

1) L. c. p. 80.

und fast ebenso weit geöffnet, als der Abstand der Capitula der Giesskannenknorpel beträgt, d. h. etwa 4—5''' weit. Zwischen den Capitula sieht man die etwa 1½''' dicke, dem Musc. ary-arytaenoideus aufsitzende Plica interarytaenoidea der Hinterwand des Pharynx anliegend. Zwischen Epiglottis und Capitulum bemerkt man noch ein Stück des obern Theils des Giesskannenknorpels. Rechts und links von der Epiglottis krümmt sich das Ligam. hyo-epiglotticum nach der Seitenwand des Pharynx, welche nebst diesem Bande, dem vom Lig. ary-epiglotticum nach aussen und unten sichtbaren Theile des Kehlkopfs und der Hinterwand des Pharynx den Sinus pyriformis begrenzt, welcher unter den gegebenen Verhältnissen seine geringste Ausdehnung hat, die er überhaupt haben kann. Der scheinbare Abstand des Lig. hyo-epiglotticum von der Hinterwand des Pharynx beträgt etwa 6½'''. Ziemlich an der Stelle, wo sich dieses Band am Kehldeckel inserirt, geht nach hinten und etwas nach unten und beziehentlich nach innen von Letzterem das Lig. ary-epiglotticum zu der Spitze oder dem Capitulum des Santorini'schen Giesskannenknorpel-Aufsatzes, eine verhältnissmässig sehr dünne, durchscheinende, die Kante der nach unten allmählig dicker werdenden Membrana quadrangularis bildende Schleimhautfalte. Die obere Zone des Kehldeckels, beide Ligg. ary-epiglottica, die Santorini'schen Knorpelspitzen und das zwischen beiden ausgespannte Ligam. interarytaenoideum bilden zusammen das trapezförmige Ostium laryngis, wenn in gewöhnlicher Weise respirirt wird; bei der Phonation fällt die hintere vom Lig. interarytaen. gebildete Kante desselben weg, und das Ostium erscheint dann dreikantig, s. w. u. — Sieht man bei weitgeöffnetem Ostium in die Kehlkopfshöhle, und zwar deren obere, nach unten durch die Stimmbänder von der untern geschiedene Hälfte hinein, so bemerkt man an der vom Kehldeckel gebildeten dreiecki-

gen Vorderfläche derselben den vom Stiele (Petiolus) dieses Organs gebildeten einwärts springenden sogen. Kehldeckelwulst, der nach unten in die Fovea centralis (an der Hinterfläche des Pomum Adami) ausläuft. Von dieser Fovea ausgehen mit etwas divergirenden Ursprüngen die beiden dicken, wulstigen Ventrikel- oder oberen Glottisbänder (oft auch falsche Stimmbänder genannt) nach hinten zur vordern Kante und äussern Fläche des Giesskannenknorpels, indem dieselben die vorhin erwähnte, zwischen Kehldeckel und Giesskannenknorpel ausgespannte Membrana quadrangularis nach unten abgrenzen. Ein kleines Stück weiter nach unten gehen aus jener Centralgrube mit dicht aneinander gerückten, etwas verdickten und gelb gefärbten Ursprüngen die durch ihre weisse Farbe sich auszeichnenden Stimmbänder (wahre Stimmbänder, untere Glottisbänder) parallel den vorigen Bändern nach hinten, um sich an die Stimmfortsätze der Giesskannenknorpel anzuheften; und zwischen beiden Bänderpaaren sieht man je eine (sich nach aus- und aufwärts vertiefende) Furche, den Eingang zum Morgagni'schen Ventrikel, dessen genauere räumliche und anatomische Verhältnisse ich in meiner Anthropophonik S. 106—109 nachzulesen bitte. — Dreht man nun den Spiegel ein wenig um seine Längsaxe, so dass das Licht etwas von der Seite in die Kehlkopfshöhle fällt, so sieht man das vorhin nur als sehr schmaler, etwa $1\frac{1}{2}$ ''' breiter weisser Streif vor dem Taschenband vorspringende Stimmband etwas breiter, und vermag auch etwas über den freien Rand desselben hinweg zu sehen. Man bemerkt dabei deutlich die beiden Zonen, und zwar die obere und mittlere, des Stimmbands, durch einen dunkeln Streifen von einander getrennt, der sich beim tiefen Inspiriren stärker, und zwar als Furche, markirt. Diese Anordnung des Stimmbands erstreckt sich nach hinten (im Kehlkopfspiegel nach unten) bis an die Stelle, welche wir als Spitze

des Stimmfortsatzes des Giesskannenknorpels anzunehmen haben gleichfalls; diese Stelle markirt sich durch eine gelbliche Färbung, die von dem durchscheinenden Stimmfortsatz herührt¹⁾, so wie durch einen merklichen Vorsprung. Von dieser Stelle an verbreitert sich das Stimmband nach aussen und oben (im Spiegel nach vorn erscheinend), um nach einem Weiterverlauf von etwa 2''' scheinbar durch die oben erwähnte Plica interarytaen. abgegrenzt zu werden. Offenbar entspricht diese Erweiterung des Stimmbands der Innenfläche des Stimmfortsatzes. Ziemlich senkrecht auf dem spitzen Winkel, den im Spiegel der Uebergang der hintern Kante des Stimmbands in dessen obere (oder äussere) Kante bildet, steht der sichtbare Theil der äussern Kante des Santorini'schen Knorpelaufsatzes auf, als dessen oberster und zugleich hinterster (im Spiegel tiefster) Theil das Capitulum desselben sich darstellt. Diese Kante, welche nach aussen konvex gekrümmt erscheint und sich von den übrigen, tiefer gelegenen Theilen sehr heraushebt, läuft nach vorn (im Spiegel nach oben) und etwas nach innen in das durch seine Röthe und durch die Ventrikelfurche vom Stimmband sehr abstechende Taschenband aus, nach vorn und aussen zieht sich von derselben die Plica ary-epiglottica zum äussern Rand des Kehldeckels. Zwischen dieser Falte, dem Taschenbande und dem vordern Rande des Kehldeckels erblickt man noch ein durch seine mehr bläulich rothe Färbung sich auszeichnendes dreieckiges Stück der Membrana quadrangularis; und gleich neben der Plica ary-epigl. nach aussen erscheint bei dieser Stellung der Theile der durch seine helle Färbung und seinen Glanz sich sehr bemerklich machende sichtbare Theil des obern Schildknorpelrandes, während man vom Lig. hyo-epi-

1) Gerhardt in Virchow's Archiv für wissensch. Heilkunde. Bd. 19. S. 435.

glotticum und von den übrigen Theilen des Giesskannenknorpels fast nichts wahrnehmen kann.

Während also beim gewöhnlichen ruhigen Athmen die ganze Hinterwand des Kehlkopfs der hintern Wand des Schlundkopfs luftdicht, wie es scheint, anliegt, ändert sich die Sache auffallend, wenn man, was man durch einige Uebung erlernen kann, beim Athmen den Kehlkopf durch Aktion der MM. geniohyoidei, digastrici antici etc. vorwärts zieht. Es wird zwar dadurch immer eine grössere oder geringere, überhaupt schwankende, Annäherung der beiden Giesskannenknorpel bewirkt, aber doch noch kein Ton; ausserdem wird dabei oft der Ringknorpel etwas von der Hinterwand des Pharynx entfernt, wenigstens die obere Zone desselben. Offenbar wird auch der ganze Kehlkopf etwas in die Höhe gezogen. Diese Bewegung des Kehlkopfs tritt namentlich ein, wenn man absichtlich ein Luftaufstossen aus dem Magen hervorrufen will, und wir werden später darauf zurückkommen.

Noch auffälliger verändert wird plötzlich das Sehfeld, sobald man einen Ton erzeugt. Sofort bewegen sich, in der Regel und wenn man nicht absichtlich diese Bewegung verzögert, sowohl die nach oben gekehrten Spitzen, als auch die Stimmfortsätze der Giesskannenknorpel durch Kontraktion der MM. arytaenoidei und crico-arytaenoidei laterales (deren Verkürzung man selbst im Spiegel sehen kann) gegen einander, wodurch die Stimmritze, die vordere vokale Portion sowohl als auch (wenn auch zuweilen nicht ganz vollständig, s. w. u.) die hintere sogenannte respiratorische geschlossen, und das ganze Ostium laryngis aus seiner vorigen viereckigen Gestalt in eine dreieckige übergeführt wird. Nach Bataille ¹⁾ gestattet die etwas von oben nach unten konvexe

1) Nouvelles recherches sur la phonation. Gazette Hebdomad. de medic. Paris 1861. No. 20.

Innenfläche den Ary-Knorpeln sich bald mit ihren Basilartheilen, bald mit ihren Pyramiden sich gegen einander zu legen. Da alle drei Bewegungsrichtungen dieser Knorpel mit einander in Verbindung treten können, so vermögen sie bei ihrer gegenseitigen Annäherung allmählig von der Basis an bis zur Spitze ihrer Apophysen in Kontakt zu treten, zu welchem Zwecke die Spitze dieser Apophysen eine schiefe Bewegung von hinten nach vorn, von aussen nach innen und von oben nach unten ausführt. Ferner können nach B. in Folge jener von oben nach unten gehenden Konvexität der Innenflächen die Ary-Knorpel sich gradweise nach vorn mit ihren Vorderkanten berühren [*s'affronter*], und zwar entweder mit dem untern Drittel oder mit den beiden obern Dritteln ihrer Innenfläche. Auf diese Subtilitäten, von welchen ich bis jetzt leider kaum etwas habe auffinden können, gründet B., wie wir weiter unten sehen werden, zum grossen Theil seine Theorie der Stimmregister.

Bei dieser phonatorischen Gegeneinanderbewegung der Ary-Knorpel erhalten einerseits die beiden Sinus pyriformes, vorher sehr enge, eine ansehnliche Weite, andererseits wird der Umfang des obern Kehlkopfraums in gleichem Verhältniss verengt, und die Oberfläche der beiden Stimmbänder oder die Area glottidis, welche jetzt den Boden des obern Kehlkopfraums bildet, und diesen vom untern trennt, kommt vollständig in einer durchschnittlichen Breite von etwa 5''' zum Vorschein, während die beiden Taschenbänder nicht in gleichem Verhältniss einander genähert werden, oder vielmehr ihre vorige Stellung zu einander fast ganz behalten, dergestalt, dass beim Schluss der Glottis die hintern Endigungen der Taschenbänder gegen $1\frac{1}{2}$ '' weit von einander abstehen, während die vordern nur etwa 3''' von einander entfernt sind. Dies erklärt sich dadurch, dass sich die Taschenbänder an der Seitenwand des Giesskannenknorpels

anheften, und zwar an einer Stelle, welche bei der phonatorischen Einwärtsdrehung des Stimmfortsatzes und der Santorini'schen Spitze ihre Lage, d. h. ihren Abstand von der Sagittalebene sehr wenig ändert. Während also bei weitgeöffneter Glottis die innere Breitenzone des Stimmbands bis an und selbst unter das Taschenband gezogen erscheint, so dass beide Bänder ziemlich übereinander liegen, und vom Stimmband nur ein schmaler Streif sichtbar ist, bleibt beim Schluss der Glottis das Taschenband so ziemlich in seiner bisherigen Lage, der Ventrikel dagegen öffnet sich durch Einwärtsziehung des Stimmbands, der Stimmfortsatz stellt sich einwärts und bildet zum Taschenband einen stumpfen Winkel. Innerhalb dieser beiden Winkel (des der linken und der rechten Seite) hat die Area glottidis ihre grösste Breite.

Die Bewegungen, welche die Gaumen- und Schlundorgane wahrnehmen lassen, bestehen im Allgemeinen in Verkürzung des Zungengaumenbogens behufs der Annäherung der Zunge an denselben ¹⁾, in Hebung der Gaumenplatte durch deren Hebemuskeln, um dieselbe der hintern Pharynxwand anzulegen und dadurch die Mundhöhle von der Nasenhöhle, zunächst vom Nasentheile des Pharynx abzusperren, bei welcher Bewegung die Theile einen Raum von etwa 1'' durchlaufen; und in Verkürzung und Geradlegung der Muskelbündel des Schlundgaumenbogens behufs des Abschlusses der Rachenhöhle von der Nasenhöhle, wobei der bei grösster Spreizung an 15''' weit geöffnete Bogen vollständig geschlossen und zugezogen wird. Accessorische Bewegungen sind noch das Verkürzen des Zäpfchens durch den M.

1) Dieser Bogen ist bei grösster Ausdehnung bei mir etwas über 1½'' lang, bei der grössten Verkürzung desselben mag er nur noch 8''' lang sein.

azygos uvulae, und die sogenannte Spannung des Gaumensegels durch den M. Circumflexus palati mollis behufs der Erzeugung einiger Sprachlaute.

IV. Zusammengesetzte Bewegungen zu bestimmten Zwecken.

1. Das Schlingen (deglutitio).

Die Lehre vom Schlingen sowohl als vom Brechen ist zwar durch Dzondi's verdienstliche Untersuchungen über die Funktionen des weichen Gaumens von frühern Irrthümern gereinigt und im Allgemeinen richtig dargestellt worden. Leider wurde sie aber durch Tourtual auf Grund irriger, angeblich neu entdeckter anatomischer Grundlagen, namentlich durch eine totale Verkennung der Muskulaturverhältnisse des hintern Gaumenbogens wieder in das Gebiet physiologisches Aberglaubens zurückgeschleudert. Erst durch die von mir gemachte Entdeckung der wahren anatomischen Verhältnisse des Musc. pharyngopalatinus ¹⁾ ist der Mecha-

1) S. Anthropophonik S. 217—224, wo auch die ganze Tourtual'sche Hypothese ihre Widerlegung gefunden hat. Sonderbar, dass erst im vorigen Jahre ein einziger Schriftsteller, und zwar ein Engländer, kein Deutscher, von meiner doch gewiss nicht unwichtigen Entdeckung Notiz genommen hat. Es ist dies W. Turner, anatomischer Demonstrator in Edinburg. Bei Gelegenheit eines Berichts über einen Fall von Adhäsion des weichen Gaumens an die hintere Rachenwand gedenkt er (Edinburgh medical Journal 1860. January p. 617) der von mir gegebenen Beschreibung des M. pharyngopalatinus. Er hat dieses Muskelgebilde einer wiederholten Untersuchung unterworfen und gefunden, dass die von mir zum ersten Male gegebene Beschreibung des Ringmuskelapparats des Schlundgaumenbogens, d. h. der innern Fasern der beiden Hälften dieses Bogens, als durch welche die Schliessung oder Verstreichung desselben ausschliesslich zu Stande kommt, vollkommen richtig ist, dass dagegen die

nismus des Schlingens, der wichtigsten Funktion des animalen Lebens, zu einem sichern wissenschaftlichen Abschluss gelangt. Da nun überhaupt noch nirgends, auch in der neuesten Schrift über diesen Gegenstand von Moura-Bourouillou¹⁾ nicht, eine genaue, vollständige, von Hypothesen freie Darstellung des Schlingmechanismus gegeben worden ist, so wird es hier, zumal da der Kehlkopfspiegel auch in dieser Hinsicht seine (zunächst allerdings nur bestätigenden) Beiträge geliefert hat, nicht unangemessen sein, eine solche Darstellung dieses Vorgangs zu geben.

Das Schlingen besteht, ebenso wie das Athmen, die Herzbewegung, das Gehen u. s. w., aus zwei Momenten, nicht aus drei „Stationen“, wie Haller und Dzondi angeben, nämlich aus dem Zustande der Kontraktion der beteiligten Organe und dem der Relaxation derselben oder der Rückkehr zum anfänglichen Gleichgewichtszustand, von welchem aus die Wiederholung des Schlingaktes möglich ist. Diese beiden Momente konstituieren den Schlingakt, der für jeden neuen Schluck (oder Bissen) von neuem beginnt; und wenn, wie

mittlern Fasern des *M. pharyngopalatinus* schon etwas von dieser Ringform abweichen, und die äussern Fasern desselben sich mit den des *M. stylopharyngeus* verbinden und sich mit ihnen an das Horn des Schildknorpels ansetzen. Ich muss hierzu bemerken, dass auch ich an einem solchen Zusammenhang der äussern Fasern des *M. pharyngo-palatinus* der bisherigen Anatomen mit den hierher gehörigen Fasern des *M. stylo-pharyngeus* nie gezweifelt habe, dass aber weder diese äussern, noch die mittlern Fasern der *Plica pharyngo-palatina* eben wegen ihrer abweichenden Insertionen etwas zu der in Frage stehenden Zuziehung oder Schliessung des *Arcus pharyngopalatinus* beitragen können, daher gar nicht zu dem von mir entdeckten, lediglich aus den innern Fasern des bisher sogenannten *M. pharyngo-palatinus* gebildeten Ringmuskel des hintern Isthmus (*Orbicularis isthmi faucium*) gerechnet werden dürfen.

1) Cours complet de laryngoscopie suivi des applications du laryngoscope etc. Paris 1861.

beim mehrschluckigen Trinken, mehrere solcher Schlingakte einander succediren, zum Schlingprozess sich an einanderreihen, so findet während jedes zweiten Moments eines theils ein neues Einströmen von Flüssigkeit in die Höhle statt, die im ersten Moment durch die Kontraktion ihrer Wandungen sich entleert und ihren Inhalt nach unten schafft, anderntheils eine Kontraktion der Speiseröhre, um den zu Ende des ersten Moments überkommenen Schluck oder Bissen in den Magen zu fördern. Nur der erste Akt des Schlingprozesses hat, wenn wir wollen, drei Stationen im Sinne Haller's, von welchen die erste eine Einleitung oder ein Vorspiel zum Schlingakte darstellt, in welchem der Schluck oder Bissen bis an den Isthmus oris gelangt, bei allen andern fällt dieser Vorgang mit dem zweiten Moment zusammen.

Diese Einleitung oder Vorbereitung zum Schlingen besteht darin, dass die Mundhöhle sich durch Oeffnen des Mundes, Herabziehung des Zungenbeins u. s. w. erweitert, dadurch die vorgehaltene Flüssigkeit adspirirt oder einschluckt, und dass die Zunge sie auf ihrem Rücken sammelt oder aufladet, von wo aus sie zumeist und bis an den weichen Gaumen, d. h. bis an den Isthmus oris posterior befördert wird, aber auch, zumal bei geöffnetem Munde, zum Theile bis in den Sinus glosso-epiglott. herabgleitet und daselbst so lange verweilt, bis sie niedergeschluckt wird. Dieser Vorgang, auf welchen zuerst Moura-Bourouillou aufmerksam gemacht hat (S. 85), lässt sich im Kehlkopfspiegel ganz gut beobachten. Natürlich kann der Sinus glosso-epigl. nicht mehr Schlingsubstanz in sich aufnehmen, als er zu fassen vermag, überhaupt ist die ganze Aufnahme der Schlingsubstanz in dieser Grube nur dann statthaft, wennn sie das angegebene Maass nicht überschreitet, und wenn dieselbe eine solche Konsistenz hat, dass sie nicht leicht abtropft. Doch auch Flüssigkeiten können in den Valleculae vor dem

Hinterschlucken eine Zeit lang verweilen, freilich nur eine geringe, den Betrag eines Theelöffels schwerlich überschreitende Quantität. Dadurch, dass sie vorher mit ziemlich grossblasigem Speichel vermischt werden, wird die Gefahr des Ueberlaufens und (in die Glottis) Hinüberstürzens ziemlich sicher verhütet. Ueberhaupt scheint mir die ganze Aufnahme eines Theils des zu Verschluckenden in die Valleculae mit dem eigentlichen Schlingprozess in keiner nothwendigen Beziehung zu stehen, wie M.-B. annimmt, sondern eine Vorsichtsmassregel zu sein, deren sich die Natur bedient, um den Kehlkopf vor dem Eindringen fremder Körper zu schützen, ebenso wie die Augen durch die Brauen, die Ohrgänge durch die Vibrissae vor solcher Gefahr geschützt werden. Der Sinus glosso-epiglotticus bildet eine, seitlich durch das Ligam. hyo-epiglotticum kompletirte Rinne, welche alles, was etwa extra ordinem et modum von der Zunge oder neben derselben herabrollt, abgleitet, überfließt, in sich aufnimmt, damit es nicht in den offenen Kehlkopf gelange. Als solche gehört er aber allerdings noch mit zum Raume der Mundhöhle, und auch von den Gurgelflüssigkeiten gelangt in der Regel ein Theil in den Sinus glosso-epiglotticus; nur haben wir hier den Unterschied zu machen, dass dasjenige, was einmal in letztern Raum gerathen ist, nicht wieder in die Mundhöhle zurückgeführt werden kann, sondern hintergeschluckt werden muss. Wir kommen beim Gurgeln auf diese Vorgänge zurück.

Sind es Speisen, die verschluckt werden sollen, so müssen dieselben durch Kauen und Einspeicheln in einen nicht nur breiartigen, sondern auch schwammähnlichen, lufthaltigen Zustand versetzt worden sein, in welchem sie jeder Dimensionsänderung fähig sind, doch können auch feste Körper geschluckt werden.

Die eigentliche Schlingbewegung ist, wie alle

übrigen am Darmkanal vor sich gehenden Bewegungen, eine unwillkührliche, sphinkterische, peristaltische. Sie fängt mit den Muskeln, welche die Absperrung der Rachenhöhle von der Nasen- und Mundhöhle bewirken (Schlund-Gaumenmuskel, Hebe- und Retrahirmuskeln der Zunge, des Zungenbeins und des Kehlkopfs), an und hört mit der Kontraktion des *M. laryngo-pharyngeus* auf. Das auffälligste Phänomen dieses Vorgangs ist die beträchtliche Hebung des Kehlkopfs. Innerhalb dieser Zeit und dieses Raumes werden alle zwischen dessen beiden Endzonen liegenden Muskeln des Schlundrohrs durch den Bissen oder Schluck zuerst mehr oder weniger ausgedehnt, sofort über demselben von vorn nach hinten wurmförmig zusammengezogen und dadurch die Wandgebilde desselben einander bis zur gegenseitigen Berührung genähert, so dass auch der letzte Rest des Bissens oder Schluckes nach hinten und unten geschoben wird. Wir müssen diesen bei der Eigenthümlichkeit des Baues des Schlundrohrs etwas komplicirten Mechanismus näher ins Auge fassen.

Sobald die zu verschluckende Substanz durch den Isthmus oris sich bewegen soll, werden die beiden Falten oder Pfeiler des Isthmus faucium gegen einander gezogen, damit nichts von der Substanz in die Nasenhöhle gelange. Zu diesem Zwecke wird die Gaumendecke durch halbe Verkürzung der Gaumenheber aufwärts gezogen, um der Zugkraft der beiden *Mm. palatopharyngei* durch Antagonismus einen festen Stützpunkt zu bieten, von welchem aus sich die Fasern derselben verkürzen und dadurch aus ihrer gebogenen, halbringförmigen Lage in die gestreckte übergehen können.¹⁾ Der ganze weiche Gaumen besteht jetzt aus einer obern und untern Abtheilung, welche beide durch den Zungengaugen-

1) Vergl. Anthropophonik. S. 223.

bogen begrenzt oder vereinigt werden, auf welcher Grenze das Zäpfchen in der Mitte sitzt; und er bildet nun in seiner Totalität eine von oben und vorn nach unten und hinten geneigte schiefe Ebene, welche der obern Fläche der Zunge ziemlich parallel liegt. Nach dieser Vorbereitung gleitet die Schlingsubstanz zwischen diesen beiden, seitlich durch die Wände des zwischen beiden Isthmis liegenden Vestibulum zu einem flachen Kanale vervollständigten Flächen hindurch. Sobald sie über den Wurzeltheil der Zunge hinweg in den Sinus glosso-epiglotticus gelangt ist, wird das Zungenbein nebst Zungenwurzel und Kehlkopf in grösster Schnelligkeit und Ausgiebigkeit gehoben, dadurch der Wurzeltheil der Zunge rückwärts bewegt, der Sinus glosso-epigl. durch Zusammenschiebung seiner Wände verdrängt und der Bissen bis zum Rand des mittlerweile über das Ostium laryngis horizontal gelegten Kehldeckels geschoben. D z o n d i hat auf seiner 4. Tafel die Lage, welche die Theile in diesem Momente haben, ziemlich richtig, wenn auch etwas roh, abgebildet. Aber so ein blosser Sagittaldurchschnitt reicht zur Erläuterung dieses Vorgangs nicht hin. Man sieht hier nicht, welche Theile die Schlingsubstanz zur Seite der Sagittalebene berührt. Ist aber die Zunge mit ihrer Basis und dem Kehlkopf durch vereinte Thätigkeit der Mm. styloglossi, stylohyoidei, glosso- et hyopharyngei, digastrici postici, einigermaßen auch der mylo-hyoidei und genioglossi gehoben und dadurch mit dem ganzen Planum inclinatum des weichen Gaumens in Berührung gebracht, und durch diese Bewegung, sowie durch die Verkürzung der Mm. keratoglossi mit ihrem Basilartheil gegen den Kehldeckel gezogen worden, so bleibt der Schlingsubstanz kein anderer Weg übrig, als über den Rücken des umgeschlagenen Zungentheils und über den Rand des Kehldeckels hinweg, und immer noch von den zusammengedrängten Bündeln der Mm. pharyngo-palatini von oben und hinten

gedrängt, in die beiden Sinus pyriformes und in den hinter den Giesskannenknorpeln befindlichen Raum zu treten, worauf sie hinter die Ringknorpelplatte tritt, dieselbe und dadurch den ganzen Kehlkopf in diesem Augenblicke nach vorn schiebt, und nun durch Kontraktion der Mm. thyreo- et cricopharyngei auch aus diesem Raume verdrängt und in den Oesophagus befördert wird. Alles dies ist das Werk der kurzen Zeit, welche das erste oder kontraktive Moment des Schlingaktes beansprucht. Es ist also Princip des Mechanismus des Schlingens und muss sein, dass die Schlingsubstanz vom Isthmus oris an bis zum Eingang in den Oesophagus successiv von einer Stelle zur andern durch vollständigen Schluss des Lumens des Schlingkanals weiter geschoben wird. Auf das Gesetz der Schwere, auf ein durch letztere bewirktes Herabfallen der Schlingsubstanz dürfen wir hier nicht allzuviel geben, da es möglich ist, bei umgekehrtem Körper mit nach unten hängendem Kopfe zu schlingen, ohne dass etwas von der Schlingsubstanz zurückbleibt, wie wir von gewissen Schaukünstlern zur Messenszeit schon mehrmals zu sehen Gelegenheit gehabt haben. Es müssen also auch die Sinus pyriformes, sobald die Schlingsubstanz dieselbe passirt hat, verstopft werden, damit alles aus denselben verdrängt werde. Dies geschieht, wie wir schon oben andeuteten und wie man sich durch den Kehlkopfspiegel überzeugen kann, durch die Zusammenziehung der Mm. palatopharyngei. In diesem Zustande entwickeln diese Muskeln nebst der sie bedeckenden Schleimhaut zwei so voluminöse Vorsprünge von weicher, zu solcher Obturation vollkommen geeigneter Masse, dass die Sinus pyriformes dadurch mit Leichtigkeit ausgefüllt werden können. Nach oben zu werden diese Muskeln unterstützt durch die Mm. mylopharyngei, welche, wie ich gefunden und gelehrt habe ¹⁾,

1) Anthropophonik. S. 193. 194.

gleichfalls einen Ringmuskel bilden, und dadurch, dass sie bei ihrer Kontraktion aus ihrer anfangs (im Relaxationszustand) bogenförmigen Lage in die gestreckte überzugehen streben, die vor ihnen liegenden Mandeln einwärts drängen können.

Demnach werden beim Schlingen alle den Schlingkanal bildenden Theile successiv in unmittelbare, das Lumen dieses Kanals vollständig verstopfende Berührung gebracht, was schon deshalb nöthig ist, weil oft genug sehr kleine Körper, z. B. Pillen, verschluckt werden müssen. Fände jene vollständige Obturation des Schlingkanals nicht Statt, so würden dergleichen kleine Körper gar nicht, oder nur mit gewissen Nachhülfen, Einhüllungen in voluminösere Vehikel u. dergl. geschluckt werden können, weil sie jedenfalls in einem der beiden Sinus pyriformes oder einem andern Recessus zurückbleiben müssten. Allerdings geschieht dies auch bei manchen Personen, bei welchen die Speichel- und Schleimabsonderung der Wände des Schlingkanals vermindert ist, und es entsteht dann in Folge des speciellen Reizes, welchen der zurückgebliebene Körper auf die Nerven des getroffenen Theils ausübt, eine neue, krampfhaft Kontraktion der umliegenden Organe, welche als accessorischer Mechanismus den Schlingakt unterbricht, um den widerspenstigen Körper in anderer Weise vor- oder rückwärts zu bewegen, und welchen Zustand man gewöhnlich mit Würgen bezeichnet.

Dass der Kehlkopf bei diesem Vorgange nebst dem Zungenbein so hoch emporgezogen wird, als es überhaupt in der Fähigkeit seiner Levatoren liegt, ist eine bekannte Sache; und dass schon hierdurch seine Apertur durch den Kehlschloss geschlossen werden muss, ist gleichfalls leicht erklärlich, wenn wir die dabei nothwendige Lage der über ihm gelegenen Organe in's Auge fassen. Unterstützt wird dieser Schluss der obern Kehlkopfsapertur noch ausserdem durch die Kontraktion der früher sogenannten *Mm. arytaenoidei*

obliqui, welche, wie ich gleichfalls gelehrt habe¹⁾, grossentheils nach ihrer Kreuzung über die Crista des Santorini'schen Knorpels weggehen und in der Plica ary-epiglottica bis an den Seitenrand des Kehldeckels gelangen, den sie bei manchen Individuen rückwärts und etwas abwärts ziehen, und dadurch auch in Verbindung mit den andern den Kehldeckel erreichenden Muskelfasern der äussern Wand des Kehlkopfkanals die Umrollung des Kehldeckels und so die Muldenform desselben bewirken können. Ausserdem sind beim Schluss des Kehlkopfs sämtliche Schliessmuskeln der Glottis thätig, so dass, auch wenn die Epiglottis ganz oder theilweise zerstört ist, dennoch während des eigentlichen Schlingaktes nichts in die Luftröhre gelangen kann, wohl aber, wenn im nächsten Moment die Glottis wieder geöffnet wird; denn unter diesen Verhältnissen ist es nur zu leicht möglich, dass etwas von der Schlingsubstanz in der Kehlkopfsapertur zurückbleibt und dann bei der nächsten Inspiration in die Luftröhre geräth.

Moura-Bourouillou²⁾ beschreibt dieses Schlingmoment folgendermaassen. Wollte er den Bissen, dessen bisherige Passage wir ihn vorhin angeben hörten, in den Pharynx gelangen lassen, so begann der Kehlkopf sich zu heben; dessen Ostium schloss sich in der Weise, wie Czermak angegeben, die Epiglottis knickt sich um (*se plie en deux*), ihre untere Konvexität tritt mehr hervor, je mehr der Kehlkopf sich hebt; sie nähert sich von vorn nach hinten und von oben nach unten den sich schliessenden und nach vorn ihr entgegen sich bewegenden [?] Ary-Knorpeln. Mittlerweile macht der Isthmus faucium eine geringe Bewegung nach unten [?] und zieht sich zusammen, das Gaumensegel stützt sich noch nicht gegen den Pharynx, der freie Rand der Epiglottis dagegen kommt

1) A. a. O. S. 146. — 2) A. a. O. S. 86.

mit der hintern Pharynxwand in Berührung [?]. Bald [wann?] beginnt die Zungenbasis sich zu heben; der untere Rand des Gaumensegels rückt nach hinten und drückt sich gegen den Pharynx wie ein Strebebogen; die Uvula kehrt ihre Spitze nach vorn, die untere Partie des Pharynx verengt sich immer mehr, der Grund des Sinus glosso-epigl. und der Ligg. hyo-epiglott. verschwindet allmählig hinter der Basis linguae, welche sich erhebt und gegen ihn wälzt. Der Rand der Epiglottis macht sich mit seinem Mitteltheile von der Pharynxwand los, höhlt sich zur Rinne aus und kehrt sich nach vorn. Endlich gelangt die Oberfläche der Zunge in die Nähe der Gaumenwölbung; ihre Basis, auf welcher die Uvula horizontal zu liegen kommt, hebt sich immer mehr, reißt sich vom Bissen los, indem sie abgleitet oder vielmehr sich gegen die Pfeiler des Isthmus reibt, und macht dabei den Sinus glosso-epiglotticus mehr oder weniger vollständig frei. — Indem M.—B. dieses Moment in mehrern Fraktionen ausführte, sah er den Bissen längs der Hinterwand des Pharynx ebenso ruckweise herabsteigen, und bemerkte dabei, dass die hintere, mittlere oder arytänoidische Partie der einzige Theil der Sinus pyriformes ist, der den sehr kurzen Kanal, welchen die Schlingsubstanz bis zum Oesophagus durchläuft, kompletirt. In Folge der kräftigen Kontraktionen der Hebemuskeln des Kehl- und Schlundkopfs verschwinde der letzte Rest des Raumes der Sinus pyriformes vollständig. Wenn man eine schwarze Flüssigkeit schluckt, so sehe man, dass die ganze Ausdehnung dieser Sinus, mit Ausnahme des Niveau's der Ary-Knorpel, ihre natürliche rothe Farbe behält. Dagegen schwärzen sich Zungenbasis, Sinus glosso-epigl., Gaumensegel und hintere Pharynxwand. — Im Momente, wo der Bissen sich in den kleinen von der epiglottischen Rinne und der hintern Pharynxwand gebildeten Gang begiebt, scheine sich ein Vacuum unter ihm zu bilden; so werde der

Bissen sofort in den Oesophagus gedrängt, bevor die untere Konvexität der Epiglottis das Ostium glottidis bloss gelegt hat. — In dieser Beschreibung ist offenbar keine logische Folge beobachtet worden: Manches, was zusammen gehört, gleichzeitig, neben und durcheinander geschieht, ist auseinander gerissen worden, namentlich die Aufwärtsbewegung des Kehlkopfs und die der Zunge. Ueber die Bewegung des Gaumensegels und der Epiglottis gegen die hintere Pharynxwand bleibt auch Manches unklar. M.-B. scheint seine Notizen, wie er sie bei seinen „einzelnen“ Versuchen, deren jeder nur ein Fragment des Schlingens liefern konnte, aufgezeichnet hat, ohne gehörige Redaktion, ohne sie in ein Gesamtbild vereinigt zu haben, hier abdrucken lassen zu haben. Was seine Angaben über das Verhalten der Sinus pyriformes beim Schlingen anlangt, so würde er dem physiologischen Leser einen grossen Gefallen erwiesen haben, wenn er die schwarze Flüssigkeit, deren er sich angeblich bediente, um zu beweisen, dass jene Sinus zur Bildung des Schlingkanals nichts beitragen, näher bezeichnet hätte, einmal um dieselbe zu etwaigen Wiederholungsversuchen gebrauchen zu können, ausserdem um bei dieser Gelegenheit einen Farbstoff kennen zu lernen, der die Eigenschaft hat, der lebenden Schleimhaut eine Zeit lang so anzuhaften, dass er nicht sofort von den physiologischen Flüssigkeiten weggespült wird. Wie dem auch sei, ich versuchte zuerst in Ermangelung einer schwarzen Flüssigkeit eine weisse, die ich aus Wasser, Magnesia carb. und Gummi arab. konstruirte. Schon beim ersten Versuch, den ich mit derselben anstellte, sah ich im Kehlkopfspiegel, den ich sofort nach diesem Schlingakt einführte, deutlich, dass nicht nur im Sinus glosso-epiglotticus, sondern auch in den Sinus pyriformes Reste der geschluckten Flüssigkeit lagen, dass demnach diese Buchten offenbar mit zur Bildung des Schlingkanals beigetragen haben mussten. Dennoch kann

Moura's Versuch auch auf Wahrheit beruhen, wofern wir annehmen, dass er nur eine kleine Quantität seiner schwarzen Flüssigkeit geschluckt habe. Dann allerdings mögen sich die durch Kontraktion der beiden Schenkel des M. pharyngo-palatinus gebildeten Schleimhaut-Muskelwülste sofort während des Durchgangs der Schlingsubstanz in die Sinus pyriformes gelegt haben, während letztere in dem von der zwischen jenen Wülsten befindlichen Furche und den Ary-Knorpeln gebildeten Schlingkanal Platz genug zur Passage in den Oesophagus vorfand. Ueberhaupt muss sich das Lumen des Schlingkanals nach der Masse des auf einmal zu Schlingenden richten. Bei grossen Schlucken, namentlich von Flüssigkeiten, werden aber jedenfalls die Sinus pyriformes mit zur Bildung des Schlingkanals in Anspruch genommen.

Es folgt nun das zweite Moment des Schlingaktes, oder die Rückkehr der gehobenen und beziehendlich gegeneinander genäherten Theile in ihre vorige Lage. Zurückgekehrt in diesem Sinne ist zu Ende des ersten Moments bereits der M. cricopharyngeus in seine Gleichgewichtsspannung, welche eben in halber Verkürzung besteht, denn wir wissen und haben uns durch den Kehlkopfspiegel davon überzeugt, dass die Ringknorpelplatte für gewöhnlich der hinteren Pharynxwand luftdicht anliegt. Ist dieser Zustand zu Anfang des zweiten Moments des Schlingaktes eingetreten, so fährt der bisher gehoben gewesene Kehlkopf (nebst Zungenbein) an der Hinterwand des Pharynx herab, schiebt schon dadurch den Bissen ein Stück herab, und die weitere Herabförderung in den Magen vollenden die sphinkterischen Kontraktionen der Muskelfasern des Oesophagus ¹⁾. Gleichzeitig

1) Nach Moura-B. kann man, während die Organe zur Ruhe zurückkehren, eine kleine Grube wahrnehmen, welche langsam auf der Sei-

macht sich der Hintertheil der Zunge von den Gaumengebildeten los, es öffnet sich der hintere Gaumenbogen und der Isthmus oris, es tritt, wenn der Schlingprozess fortgesetzt wird, eine neue Portion in die Fauces, und der Schlingakt wiederholt sich in der angegebenen Weise.

Eine Modification erleidet der Schlingprozess, wenn die Mundhöhle auf einmal so viel Flüssigkeit aufgenommen hat, dass sie nicht mit einem Schluck hintergeschlungen werden kann. Hier kann nach dem ersten Schluck Zungenbein und Kehlkopf nicht so tief herabsteigen, wie wenn nach jedem Schluck von neuem Flüssigkeit in die Mundhöhle aufgenommen und dadurch die anfängliche Anfüllung derselben hergestellt wird, sondern es öffnet sich der Schlingkanal bei Belassung des Kontraktionszustands seiner Hinterwand nur so viel, um den zweiten Theil oder den Rest des Mundhöhleninhalts aufzunehmen, worauf jene Organe wieder behufs des Niederschluckens so hoch sich erheben und einander sich nähern, wie beim ersten Schluck u. s. w. — Beim Essen kommt es wohl selten vor, dass mehrmals unmittelbar hintereinander geschluckt wird; wohl in der Regel wird nach jedem einzelnen Schlingakt das Kaugeschäft wieder aufgenommen, um einen neuen Bissen vorzubereiten, so dass hier das Schlingen einfach aus den beiden von uns beschriebenen Momenten besteht, während Haller's erste Station eigentlich, mit Ausnahme des Augenblicks, wo der Isthmus oris sich öffnet, fortwährend vorhanden ist, dagegen im zweiten Momente des letzten Schlingaktes die Organe einfach zum Indifferenzzustande zurückkehren, ohne sich zu einer neuen Schlingbewegung vorzubereiten.

Die Organe, welche während des Schlingens berührt,

tenwand des Pharynx verläuft (s'écoule) und zum tiefsten Theil des Sinus pyriformis herabgeht.

beziehendlich benetzt oder bespült werden, sind bisher noch sehr unvollständig erkannt gewesen; es sind dieselben nach vorstehender Beschreibung folgende: 1) die Mundhöhle in ihrer ganzen Ausdehnung, d. h. bis zum Zungengaugenringe, wenn wir den Arcus glossopalatinus durch eine quer über die Zunge zwischen beiden Insertionen desselben gezogene Linie zum Ringe ergänzen; 2) das jenseits dieser Linie gelegene Stück des Zungenrückens bis zu seinem Uebergang in die Valleculae; 3) das ganze sogenannte Vestibulum pharyngis medium von seiner obern Spitze an und mit Inbegriff der Tonsillen bis auf den Grund des Sinus glosso-epiglotticus und bis zum Rand des Kehldeckels und zu den Ligg. hyo-epiglottica lateralia¹⁾; 4) die ganze durch Zusammenziehung des Arcus pharyngopalatinus zu einer geschlossenen Muskelplatte gewordene Hinterwand des Schlingkanals, welche das Vestibulum ph. medium nach hinten abgrenzt und sich nach unten in's untere Vestibulum pharyngis (nach Tournatural) fortsetzt. Eine anatomische Grenze zwischen 3) und 4) giebt es natürlich nicht, sie existirte früher nur in der Phantasie Tournatural's, der sie in seine Plica pharyngo-epiglottica verlegte; 5) die ganze Schleimhautauskleidung der Sinus pyriformes und der Hinterfläche der Giesskannenknorpel, zwischen welchen nur noch die Rima glottidis posterior als eine kurze senkrechte Linie den Eingang in die Kehlkopfhöhle andeutet; 6) die Schleimhaut der Hinterwand des Ringknorpels, so wie der unterhalb der Rima palatopharyngea (zwischen beiden jetzt gerade stehenden Pfeilern des Arcus phar. palat.) liegenden Theile der hintern Pharynxwand. — Für den Arzt ist jedenfalls die genaue Kenntniss

1) Ueber die Lage des obern Randes des Kehldeckels beim Schlingen bin ich noch nicht völlig im Klaren; wahrscheinlich variirt dieselbe je nach der Beschaffenheit des Kehldeckels bei verschiedenen Individuen.

dieser von der Schlingflüssigkeit bespült werdenden Organe von grosser Wichtigkeit. Viele Medikamente giebt man ja in der Absicht, dass sie nicht erst im Magen und von demselben aus ihre Wirksamkeit ausüben, sondern dass sie schon vorher und zwar zunächst dadurch wirken sollen, dass sie gewisse zwischen Mundhöhle und Speiseröhre liegende Organe treffen und sie bespülen. In dieser Absicht wird besonders in der Folgezeit, da die Behandlung der Schlund- und Kehlkopfkrankheiten seit der Entdeckung des Kehlkopfspiegels eine rationellere geworden ist, ein ausgedehnterer Gebrauch von den topisch wirkenden Mitteln gemacht werden, wenigstens in den Fällen, wo aus triftigen Gründen weder direkte Kontaktmittel, noch Injektionen anwendbar sind.

Modifikationen des Schlingens. Das sogenannte Verschlucken kann im gesunden sowohl als auch im krankhaften Zustande vorkommen. Im gesunden, wenn während des Essens oder Trinkens gesprochen und dabei der gerade vorhandene Mundinhalt nicht sorgsam genug vor dem Hinuntergleiten geschützt wird. Es tritt hier leicht ein, wenn durch den Mund, wie beim Sprechen oft vorkommt, inspirirt wird, denn der Inspirationsstrom vermag schon nicht fallende Körper, wenn sie lose und leicht genug sind, mit sich fort und in den Kehlkopf zu führen; die behufs der Sicherung der im Fallen oder Herabgleiten begriffenen Substanz plötzlich unwillkürlich eingeleitete Schlingbewegung kommt dann zu spät, und ein Theil der Substanz gelangt in den Kehlkopf, gewöhnlich, da die Glottis sich sofort zusammenzieht, nicht weiter, und wird nun aus demselben durch einen Hustenstoss oder auch nur durch Erzeugung eines, in der Regel hässlich und zugleich ängstlich klingenden kreischenden Tones aus dem obern Kehlkopf- raume in den Pharynx gefördert. Die Unreinheit dieses

Tones rührt davon her, dass die Stimmbänder durch den fremden Körper, der auf ihnen liegt, gehindert sind, normale Schwingungen zu machen. Schon ohne zu essen oder zu trinken kann ein Tropfen Speichel, wenn die Receptacula desselben, die Valleculae, damit überfüllt sind, und die zu deren Entleerung erforderliche Schluckbewegung (durch welche sie, wie oben gezeigt, ausgedrückt werden) zu lange hinausgeschoben wird, durch die Inspirationsbewegung über den Seitenrand des Kehldeckels hinweg in den Kehlkopf gelangen und einen Hustenanfall hervorrufen. Krankhafter Weise tritt Verschlucken besonders dann ein, wenn die Epiglottis durch Narben defekt, durchlöchert worden, oder zu sehr angeschwollen ist, so dass sie die Apertur des Kehlkopfs, namentlich den hintern Theil derselben, nicht mehr wasserdicht schliessen kann. Ist die Epiglottis unversehrt, ebenso die Organe der Rima glottidis postica s. externa, da mögen die Stimmbänder so defekt sein, wie sie wollen, das Schlingen wird dadurch nicht im geringsten gestört.

Das sogenannte Gurgeln ist ein dem Schlucken nahe stehender Vorgang, der aber bisher noch mehr, als letzteres, ungenügend beschrieben worden ist; namentlich sind die Theile, die durch das Gargarisma benetzt werden, noch gar nicht genau bekannt. Man kann das Gurgeln ein auf halbem Wege aufgehaltenes Schlingen nennen. Die Mundhöhle wird, nachdem sie einen Schluck (haustus) Flüssigkeit aufgenommen, nach hinten durch Gegeneinanderziehen des Zungenrückens und weichen Gaumens abgeschlossen, nach vorn geöffnet. Dabei wird nicht nur der Arcus glossopalatinus mit der Zunge in Berührung gebracht, sondern es kommt auch der Gaumenvorhang, der nach Kontraktion seiner beiden Schenkel so ziemlich die Fortsetzung der Gaumendecke nach unten bildet, nebst den an ihm hängenden Mandeln mit

dem Zungenrücken in nahe Berührung, dergestalt, dass das Zäpfchen einigen Spielraum behält. Zungenbein und Kehlkopf ist in mässigem Grade, aber nicht so weit, als beim Schlingen, aufwärts, stärker rückwärts, gezogen. Der Kehildeckel liegt dem Rücken des untersten Zungentheils an, deckt aber auch die Apertur des Kehlkopfs bis auf eine kleine Oeffnung. Die Glottis ist so weit geschlossen, als zur Flüsterstimme erfordert wird, die Giesskannenknorpel sind also völlig gegen einander gelegt. Der freie Rand des Kehildeckels mag nur wenig vom Planum palatopharyngeum abstecken. So kommt ziemlich die ganze Rückenfläche der hinteren Zungenhälfte mit den Gaumengebilden und mit dem Kehildeckel in mehr oder weniger innige Berührung. Der Kopf wird dabei nach hinten geneigt, damit das Wasser nicht zum Mund herausfliessen kann, und nun wird die anfangs wasserdicht geschlossene Vereinigung von Zunge und Gaumen an einer oder zwei Stellen, gewöhnlich in der Mitte, an und neben dem Zäpfchen, gelockert, durch die so entstandene Spalte expirando etwas Luft in die Mundhöhle getrieben und dadurch das Wasser über dieser Stelle in die Höhe, in die Mundhöhle hinein gehoben und überhaupt in eine brodelnde Wellenbewegung versetzt, bei welcher das Wasser in dem einen Moment steigt, im andern so weit zwischen den geöffneten Organen zurückfliesst, als es der nachlassende Luftdruck und der zunehmende Muskeldruck erlaubt. Durch das Hinterbeugen des Kopfs wird nicht nur das Ausfliessen des Wassers nach vorn verhütet, sondern es wird auch dadurch die Gaumendecke nebst Uvula der Epiglottis näher gebracht und das Planum s. septum palatopharyngeum kommt senkrecht zu stehen. Ferner wird der Proc. styloideus nebst seinen Muskeln dadurch weiter von der Zunge entfernt, so dass dieselbe bei Kontraktion jener Muskeln weiter gegen den weichen Gaumen gedrückt wird. Ob dadurch

für das Gurgeln ein Nutzen erwächst, werden wir bald sehen. Im Allgemeinen kann nämlich die Gurgelflüssigkeit so weit nach hinten und unten dringen, als es der Zunge gelingt, die unter und hinter ihr liegenden Theile der Flüssigkeit auszusetzen, ohne dieselbe in oder hinter den Kehlkopf gelangen zu lassen, und als es der Nachlass des expiratorischen Luftdrucks erlaubt. Nach meinen Untersuchungen wird ausser der Gaumenplatte jedenfalls das ganze Zäpfchen, welches in eine ähnliche Bewegung versetzt wird, wie bei Artikulirung des hintern R oder Ch, ferner die Mandeln und die obere Hälfte des Septum palatopharyngeum von der Gurgelflüssigkeit getroffen: ausserdem kann nach Auswerfung derselben ein der Zunge oder dem Gaumen und Zäpfchen anhängender Rückstand derselben in die Valleculae herablaufen, wenn nicht schon während des Gurgelns ein oder einige Tropfen davon in diese Gruben dringen und die Vorderfläche der Epiglottis benetzen. Will man zu irgend einem Zwecke eine Flüssigkeit in diese Gruben gelangen lassen, so nehme man davon nur so wenig in den Mund, als gerade zur Anfüllung jener hinreicht, d. h. etwa einen Theelöffel voll, und lasse diese Quantität bei gewöhnlicher Lage der Theile, aber bei etwas hinterwärts gebeugtem Kopfe über die Zunge nach hinten herablaufen. Es kommt dann nichts davon in den Kehlkopf, und man braucht, wenn man diese Flüssigkeit nicht in den Magen kommen lassen will, nur einfach den Kopf nach unten zu senken, um sie wieder zum Mund ausfliessen zu lassen. — Die Hinterwand des Schlund- und Kehlkopfs dagegen wird von der Gurgelflüssigkeit nicht getroffen. Wohl aber hat man es während der Gurgelbewegung selbst in seiner Gewalt, einen kleinen Theil der Flüssigkeit durch eine eingelegte Schluckbewegung mit den Theilen in Berührung kommen zu lassen, die sonst unberührt geblieben wären. Wenn man dies geschickt anfängt, so

kommt davon nur sehr wenig in die Speiseröhre und den Magen.

Ueber das Würgen werden wir zu Ende des nächsten Kapitels noch einige Worte beifügen.

2. Das Erbrechen.

Auch für den Mechanismus des Erbrechens ist seit Dzondi von den Physiologen so gut wie Nichts geleistet worden. Valentin spricht zwar viel von Bauchpresse, Thätigkeit des Zwerchfells und Magens beim Erbrechen, wie sich aber die oberhalb des Magens gelegenen Theile dabei verhalten, übergeht er mit tiefem Stillschweigen. Auch Dzondi hat nur die Bewegungen des hintern Gaumenbogens und des Zäpfchens beim Erbrechen beobachtet, sonst Nichts. In der ganzen, von den Schmidt'schen Jahrbüchern seit dem Jahre 1844 bis jetzt wiedergegebenen medicinischen Literatur finde ich über den Mechanismus des Erbrechens keine einzige Abhandlung, die unter diesem Titel erschienen wäre.

Da ich keine Monographie des Brechens schreiben will, sondern es zunächst mit den Schlund- und Kehlkopfgebilden zu thun habe, werde ich meine, grösstentheils mit Hülfe des Kehlkopfspiegels angestellten Beobachtungen und Untersuchungen auch nur auf diese Theile, allenfalls die Speiseröhre mit eingeschlossen, beschränken.

Der nächste Reiz zum Brechen kann von verschiedenen Berührungs-Punkten des peripherischen Nervensystems ausgehen: was die uns hier interessirenden Organe anlangt, so kann jeder Reiz, der irgend einen Punkt der hintern Zungenfläche, sowie der hinter und unter dem Arcus glossopalatinus liegenden Theile trifft, die Bewegungen zum

Brechen einleiten, am meisten nach meinen Versuchen die mit Druck verbundene Berührung der Pfeiler des hintern Isthmus, eine etwas ausgedehntere Berührung der hintern Zungenfläche, des Kehldeckels und der Giesskannenknorpel, obwohl bei leidlich normalem Zustande dieser Theile die Empfindlichkeit derselben nicht zu allen Zeiten und bei allen Individuen dieselbe ist, und auch durch Uebung und Stärkung der Willenskraft eine Minderung derselben eintreten kann.

Sofort nach Einwirkung des Brechreizes ziehen sich reflektorisch die Hebemuskeln des weichen Gaumens und die MM. palatopharyngei mit einiger Heftigkeit zusammen, und verharren so lange in diesem Zustande, bis ein gewisses Resultat erzielt, wenigstens angestrebt worden ist; bei meinen Versuchen etwa 1—3 Sekunden. Die Gaumendecke ist dabei, wie D z o n d i richtig beobachtet hat, höher gehoben, als beim Schlingen, nach meinen Beobachtungen ebenso hoch, wie für Erzeugung der Vokale und anderer Sprachlaute (mit Ausnahme der Nasales), so dass also schon durch diese Bewegung der Eintritt der Evomenda in die Nasenhöhle vollkommen abgesperrt wird. Die Kontraktion der MM. palatopharyngei erscheint daher wenigstens für diesen Zweck überflüssig, sie ist es deshalb aber doch nicht. Denn sie hat den nicht minder wichtigen Zweck, den Pharynx zu verengen und dabei zur Hebung der Speiseröhre und Spannung ihrer Längenfaser beizutragen. Anstatt dass die Muskeln (palatopharyng.) beim Schlingen sich unter nur einseitigen Antagonismus, d. h. bei Fixirung ihrer obern Insertionen mittels der Gaumenheber anspannen, müssen sie sich beim Brechen unter doppeltem Antagonismus anspannen, denn sie werden nicht nur nach oben, sondern auch einigermaassen nach unten gezogen, erscheinen daher auch merklich länger, als beim Schlingen. Das Zäpfchen wird, so lange es bei diesem ersten

Moment oder Grad des Brechaktes bleibt, nicht kontrahirt, sondern erst später, wenn eine Vervollständigung des Aktes eintritt. Gleichzeitig schliesst sich die Kehlkopfshöhle durch Gegeneinanderbewegung der Giesskannenknorpel und durch Auflegen des Kehldeckels, dessen Seitenränder dabei stark einwärts (abwärts) gekrümmt werden, die Zungenwurzel wird gegen den Kehldeckel angezogen, doch wird letzterer nicht so vollständig von ihr überdeckt, wie beim Schlingen: jedenfalls werden aber die Valleculae durch diese Bewegungen verdrängt. Gehoben wird Zunge und Kehlkopf nicht bedeutend behufs des Erbrechens. Ebenso wenig wird die Ringknorpelwand von der Rachenwand entfernt. Die bisher erwähnten Bewegungen konstituiren den Vorgang, den man im gewöhnlichen Leben durch Würgen bezeichnet, obwohl auch dieses seine Grade und Varietäten hat, namentlich, wenn es dem sogenannten leeren Erbrechen sich nähert, oder wenn es eine Art Rumination darstellt.

Ein höherer oder zweiter Grad ist der Zustand, den man häufig zu beobachten Gelegenheit hat, wenn man behufs der Inspicirung der hintern Pharynxwand den Zungenrücken gewaltsam niederzudrücken strebt oder den hintern Theil desselben durch eine ihm ungewohnte Berührung reizt. Es tritt dann der Mechanismus des sogen. künstlichen oder unfreiwilligen Erbrechens ein, der, wenn im Magen keine zum Brechen reizende Substanz vorhanden ist, das leere Erbrechen darstellt. Die Zunge, welche beim vorigen Grade konvex und gehoben war, wird jetzt durch unwillkürliche, subtetanische Kontraktion der MM. hyoglossi und der hintern Fasern der Genioglossi ausgehöhlt, so dass sich auf der Medianzone derselben eine Rinne bildet, die fast bis zum Wurzeltheil derselben reicht. Dabei wird sie in Folge derselben Muskelaktion ein Stück vorwärts geschoben. Gleichzeitig zieht sich das Zwerchfell

und die Bauchmuskeln, namentlich die MM. transversi und obliqui adscendentes zusammen, um den Magen von mehreren Seiten her zu verkleinern und ihn seines Inhaltes nach oben zu entledigen. Dies geschieht jedoch nicht, weil sich diese reflektorische Muskelbewegung nicht zugleich der Magenmuskulatur mittheilt und der Schliessmuskel der Cardia durch die Kontraktionen der Quermuskulatur des Magens nicht überwunden oder geöffnet wird. Wohl aber scheinen die Längensmuskelfasern desselben bereits sich zu verkürzen, da sie eine Fortsetzung der Längensfasern des Oesophagus bilden, welche sich offenbar schon jetzt in gespanntem Zustande befinden.

Beim dritten Grade, dem wirklichen Erbrechen, tritt die antiperistaltische Wirkung der Quermuskelfasern des Magens in einzelnen zu den subtetanischen Kontraktionszuständen der vorhin genannten Muskelgruppen tretenden Stößen oder Paroxysmen hinzu, durch welche die Querfasern der Cardia und der Speiseröhre ausgedehnt, diese Theile geöffnet und der Mageninhalt in die Höhe geworfen wird, so dass er den ganzen Brechkanal passirt und zum Munde ausströmt. Die Lungenluft ist dabei allerdings eingesperrt, theils durch Schliessung der Stimmritze, theils durch Anspannung des Zwerchfells, und es verhält sich das Respirationsorgan überhaupt während des Brechens ziemlich so, wie zu Ende einer Inspiration, wenn die Luft eine Zeitlang zurückgehalten wird. Auch wird in der That der Brechakt wohl immer nach einer vorherigen Inspiration vorgenommen. Doch ist während und behufs der Entleerung des Magens der auf den Bauchhöhleninhalt ausgeübte Druck vorzugsweise nach oben gerichtet, und das Zwerchfell, obwohl fortwährend in einem gespannten Zustande befindlich, wird doch dabei, als schwächerer, nachgiebigerer Theil etwas in die Höhe gedrückt, die seitlichen Thoraxwandportionen werden

durch den Zug der Bauchmuskeln gleichfalls etwas herabgezogen, folglich der Thoraxraum einigermaassen verkleinert, die darin befindliche Luft komprimirt und dadurch geneigt gemacht, die Glottis zu durchbrechen und zum Theil auszufahren, was, wie wir wissen, in der That geschieht und sich durch die das Brechen in der Regel begleitenden unartikulirten Töne kundgiebt. Diese partielle Oeffnung der Glottis vermag jedoch keinen Nachtheil zu bringen dadurch, dass etwas von der Brechsubstanz in den Kehlkopf gerathen könnte, weil der Luftstrom ein solches Eindringen verhindert und die Glottis sofort nach einem solchen Tonvorgang wieder geschlossen wird.

Der Brechkanal hat während des Auswerfens und schon eine Zeitlang vorher behufs der Vorbereitung dazu folgende Beschaffenheit. Die Speiseröhre befindet sich während dieser Zeit in sogenannter tetanischer Anspannung ihrer Längenfaser, ihre Quer- oder Ringfasern dagegen sind, während der Aufschwulst der Magenkontenta dieselben durchläuft und durch seinen Druck sie ausdehnt, unterhalb desselben in rascher wurmförmiger von unten nach oben gehender Kontraktion begriffen, so dass, nachdem das Ejiciendum im Pharynx angelangt ist, auch die ganze Speiseröhre wieder geschlossen und zu ihrem Indifferenzzustand zurückgekehrt ist. Die Pars laryngea et isthmica pharyngis ist nach der Pars nasalis und nach der Kehlkopfshöhle zu abgeschlossen, nach der Mundhöhle zu ziemlich weit geöffnet. Das Planum des weichen Gaumens steht unter einem stumpfen Winkel zu dem der MM. palatopharyngei; das Zäpfchen ist während des Auswurfsaktes zusammengezogen, nach Dzondi um den Abschluss der Pars nasalis von der P. isthmica zu vervollständigen, die Mandeln sind stark vorgezogen, die (unter letztern liegende) Fovea ovalis verkleinert; die Epiglottis ist mit ihrer Randportion aufwärts gestülpt, und ihre Vorder-

fläche wird vom Wurzeltheil der Zunge nur zum Theil bedeckt, so dass zwischen ihr und letzterer noch eine Quersfurche bleibt, ebenso wie zwischen Hinterwand der Arytaena (den gekoppelten Giesskannenknorpeln) und der Unterfläche des Randtheils des Kehldeckels; der Isthmus oris ist ringförmig, weil die ganze Zunge bis auf ihren Wurzeltheil deprimirt und ausgehöhlt worden ist; der Mund selbst steht weit offen. Von der zum Ausbruch kommenden Flüssigkeit wird also ausser den die obere, hintere und die Seitenwände des Pharynx und das sogen. Vestibulum medium desselben bildenden Organen die ganze Hinterwand des Kehlkopfs einschliesslich der Sinus pyriformes und einem Theile des Kehldeckels getroffen, desgleichen die ganzen Mundhöhlenwände; die Valleculae bleiben unberührt. Sehr oft gelangt eine Wenigkeit der Brechflüssigkeit in den Obertheil der Kehlkopfshöhle, am leichtesten, wenn der Kehldeckel defekt ist, weshalb auf das Brechen in der Regel etwas Husten folgt, der jedoch schon von dem ungewohnten Reize, welcher hier die gar nicht geschützten Giesskannenknorpel trifft, erregt werden kann. Am engsten ist der Brechkanal in der Speiseröhre, etwas weiter wird er im Allgemeinen im Pharynx, besonders in dem Angularraume zwischen den beiden Planis der Gaumengebilde (man kann während des Brechakts einen ziemlich grossen Kehlkopfspiegel hier beherbergen), und am weitesten in dem Mundkanale. Damit in umgekehrtem Verhältniss steht die Stromgeschwindigkeit der Brechflüssigkeit, die von der Speiseröhre an bis zum Munde mit dem Wachsen des Lumens abnimmt.

Das sogenannte Aufstossen oder Aufschwulken ist ein viel einfacherer Akt, als das Erbrechen, bei welchem sowohl der complicirte Mechanismus der Herstellung eines allenthalben verschlossenen, nach dem Munde zu sich erweiternden Brechkanals, als auch der der Bauchpresse vermisst

wird. Nur der Kehlkopf wird dabei abgesperrt, die Nasenhöhle wenigstens nicht luftdicht, wie man sich beim Aufstossen gasförmiger Flüssigkeiten aus dem Magen, namentlich einer kohlensäurereichen Gasquantität (nach dem Genuss von moussirenden Getränken) oft genug zu überzeugen Gelegenheit hat, wo man in der Nase deutlich das prickelnde Gefühl des Gases wahrnimmt. Beim Aufschwulken folgen flüssige und feste Theile dem Gase nach, doch mit so wenig Druckkraft, dass sie gewöhnlich bloss in den hintern Theil der Mundhöhle gelangen und dann oft genug, wenigstens zum Theil, wieder hintergeschluckt werden. Es wird demnach hier nur die obere, beziehendlich zu viel genossene und daher vom Magen nicht länger zu ertragende Schicht des Mageninhalts durch eine einfache antiperistaltische Kontraktion der Muskelfasern, besonders der cirkulären, dieses Organs durch den Oesophagus in die Höhe gedrückt.

Eine andere Art von sogenanntem Würgen, als die schon vorhin erwähnte, tritt ein, wenn ein bereits in den obern Theil des Oesophagus gelangter kleiner Körper nicht weiter abwärts bewegt werden kann oder soll, sondern wieder zurückgeführt und durch den Mund ausgeworfen werden soll. Oder der Organismus weiss (*sit venia verbo*) in dem Augenblicke nicht, ob er den eingebrachten Körper behalten soll oder nicht, und während er so hin- und herschwankt, entsteht eine wurmförmige, krampfartige Bewegung, die bald ab- bald aufwärts geht, bis endlich die eine oder die andere Richtung die Oberhand gewinnt, namentlich wenn auf mechanische oder dynamische Art (ein Schluck Wasser, wenn der Körper hinunter, ein Kitzel des Gaumens oder der Zungenwurzel, wenn er herauf gehen soll) nachgeholfen wird. Es gehören hierher auch die sogenannten hydrophobischen und hysterischen Schlund-Krämpfe,

welche auch einen der Willkühr entzogenen Kampf zwischen Schluck- und Brechbewegung darstellen, und bei welchen das wesentliche Symptom eine tonische Kontraktion der Quermuskelfasern des Oesophagus ist, weil diese das Schlucken verhindert; während die tonischen Kontraktionen der Gaumenheber, der MM. palatopharyngei und der Konstriktoren des Pharynx nur in Verbindung mit einer krampfhaften Konstriktion der Glottismuskeln einen bedenklichen Zustand herbeiführen können. Der Kehlkopf wird, soviel mir bekannt, bei diesen Krämpfen nicht auffallend gehoben, folglich ist die Bahn des N. hypoglossus, der den wichtigsten Hebemuskel des Kehlkopfs, den M. hyothyreoideus innervirt, nicht mit betheiligt.

3. Das Athemholen und dessen Modifikationen. Schliessen des Kehlkopfs.

Beim gewöhnlichen ruhigen Athemholen ist kein merklicher Unterschied weder in der Glottisweite noch im Stand der Epiglottis für die In- und Expiration nachzuweisen. Nach Moura-Bourouillou dagegen¹⁾ entfernen sich die Spitzen der Giesskannenknorpel bei jeder, auch der geringsten Inspiration von einander (wie weit? sagt er nicht), und der freie Rand der Epiglottis hebt sich bei der Expiration und senkt sich bei der Inspiration ein wenig. Trotzdem behauptet er kurz darauf, dass man die Epiglottis zum Heben bringen könne, wenn man eine tiefe Inspiration macht. Vergl. damit auch weiter unten Garcia's Angaben. Nach meinen Beobachtungen erweitert sich nur bei gewaltsamer Inspiration die etwa 4 bis 5''' weite Glottis etwas, höchstens um eine Linie, mehr; dagegen nähern sich bei einer die ganze

1) A. a. O. S. 67.

Reserveluft erschöpfenden Expiration die Giesskannenknorpel und die Stimmbänder bis auf einen gegenseitigen Abstand von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linie einander, worauf freilich jede Inspiration eine Erweiterung der Glottis bewirken muss. Von der Glottis bleibt wenigstens der dritte und zwar vordere Theil durch die Epiglottis dem Auge entzogen. Bei tiefer Inspiration, sagt Garcia ¹⁾, hebt sich die Epiglottis (um bei der Expiration sich wieder zu senken), indess kommt dieser Unterschied wohl grösstentheils auf Rechnung der Stellung, welche der ganze Kehlkopf dabei annimmt. S. w. u. Die Giesskannenknorpel stehen beim ruhigen Athemholen mit ihren innern Wandflächen fast ganz parallel zu einander, beim tiefern Inspiriren divergiren die Stimmfortsätze von einander, während die mittlern Theile der Stimmknorpel stehen bleiben, weil sie vom Ligam. triquetrum festgehalten werden: die Glottis hat dann zwischen den Spitzen der Stimmfortsätze ihre grösste Weite; beim tiefen Ausathmen verhält es sich beinahe umgekehrt: die Bänderglottis schliesst sich ziemlich rasch bis auf eine enge, etwa $1\frac{1}{2}$ ''' weite Spalte, während die Knorpelglottis nach hinten zu noch erweitert bleibt, d. h. die Annäherung der beiden Glottiswände verlangsamt sich von den Spitzen der Stimmfortsätze an bis zum hintern Ende der Knorpelglottis, welches erst zu Ende der tiefen Expiration sich bis auf sein Angustissimum, das aber immer noch etwas weiter ist, als das der Bänderglottis, zusammenzieht. — Die Spitze des Stimmfortsatzes soll nach Moura-Bourouillou ²⁾ um so mehr zurücktreten oder das Glottislumen konkav machen, je tiefer die Inspiration ist, das Gegentheil findet bei Annäherung der Stimmbänder statt; zwischen beiden Zuständen giebt es einen mittlern, wo die

1) Observations on the human voice, in Proceedings of the Royal soc. Vol. VII. London 1855.

2) A. a. O. S. 70.

Glottisränder gerade Linien bilden und die Glottis dreieckig erscheint.

Der Kehldeckel scheint sich bei der tiefen Inspiration etwas zu heben, so dass die ganze Knorpelglottis und zuweilen noch ein Stück (das hintere) der Bänderglottis sichtbar wird; bei der tiefen Expiration scheint er sich zu senken, aber bei weitem nicht in gleichem Verhältniss, wie die Giesskannenknorpel sich einander nähern, indem man auch zu Ende der tiefen Expiration noch ein ziemliches Stück der Knorpelglottis zu übersehen vermag. In der Wirklichkeit entsteht aber dieses Heben und Senken dadurch, dass sich der Kehlkopf bei fast gleichbleibender Stellung des Zungenbeins beim Tiefeinathmen senkt, und beim Tiefausathmen in die Höhe steigt.

Beim gewöhnlichen Athemholen ist bekanntlich der Mund geschlossen, und die Luft streicht durch die Nasenkanäle, durch die *P. nasalis* des Schlundkopfs, gelangt dann durch den in diagonalen Richtung vom *Planum palati molle* nach hinten und unten zur Hinter- und Seitenwand des Pharynx sich erstreckenden Isthmus faucium s. palato-pharyngeus, dessen Lumen sich dabei der zu inspirirenden Luftquantität akkommodirt, in die *P. isthmica* des Schlundkopfs und aus dieser in den Kehlkopf. Die Mundhöhle ist dabei vom Luftstrome abgeschlossen, da die Gaumendecke herabhängt und der Zungenrücken ihr entgegengezogen ist, so dass beide Organe sich berühren, doch ohne einen Gegenruck auf einander auszuüben. Der Sinus glosso-epiglotticus ist dabei durch gegenseitige Annäherung der Zunge und des Kehldeckels geschlossen oder verstrichen. Dies ist also die gewöhnliche oder Indifferenzlage der Theile der Mund- und Rachenhöhle, wie ich dieselbe schon früher¹⁾ beschrie-

1) Anthropophonik. S. 767.

ben habe, wobei jedoch die Zunge, auch wenn sie vollständig gehoben ist, den Mundhöhlenraum nicht vollständig ausfüllt. Jedenfalls gelangt aber beim gewöhnlichen Athmen von der Luft und also auch von den ihr etwa beigemischten volatilen Substanzen nichts in die Mundhöhle, und nur sehr wenig auf den Zungenrücken.

Anders verhält es sich, wenn ganz oder zum Theil durch den Mund geathmet wird. Dies geschieht physiologisch bei jedem angestregten, tiefen Athmen, wenn dazu das Lumen der Nasenkanäle nicht ausreicht, ferner während des Sprechens und Singens, wenn dabei der Mund nicht geschlossen und das Gaumensegel nicht herabgezogen werden darf; pathologisch geschieht es, wenn die Nasenkanäle ganz oder theilweise mechanisch geschlossen oder verengt sind, oder der weiche Gaumen so angeschwollen ist, dass er in steter Berührung mit der Hinterwand des Pharynx bleiben muss. Dann streicht die zu inspirirende Luft in die Mundhöhle, durch den Isthmus glosso-palatinus in die Pars isthmica pharyngis, und aus dieser in den Kehlkopf. Der Sinus glosso-epiglotticus kann dabei mehr oder weniger geöffnet sein. Die Decke des weichen Gaumens kann dabei gehoben und die Pars nasalis pharyngis mehr oder weniger abgesperrt sein, namentlich bleibt der weiche Gaumen gehoben und die Gaumenpfeiler angespannt, wenn unmittelbar vorher ein Vokal erzeugt wurde und nach der Inspiration sofort ein neuer folgen soll. In diesem Falle zieht sich während der Inspiration in der Regel der Muskel des Zäpfchens etwas zusammen. Wenn nun unter diesen Umständen, wie es im Schlafe beim liegendem Körper oft vorkommen kann, die Schwerkraft des hängenden weichen Gaumens den Tonus der Muskulatur desselben überwindet und das Zäpfchen die Hinterwand des Pharynx berührt, so wird dasselbe während der Inspiration durch den Luftstrom in Vibrationen versetzt, bei welchen es gegen die Pharynx-

wand aufschlägt, und dadurch das Geräusch verursacht, was wir als Schnarchen bezeichnen. Es ist aber zum Inspirationsschnarchen nicht nöthig, dass sowohl hinter, als vor dem weichen Gaumen ein Luftstrom streiche, es genügt schon der vordere Luftstrom, denn sobald man dabei die Nase zuhält, hört das Schnarchen nicht auf, dagegen ist bei geschlossenem Munde das Schnarchen erschwert. Zuweilen hört man auch während der Expiration ein rasselndes Geräusch, welches dadurch erzeugt wird, dass der Luftstrom das Zäpfchen gegen den gehobenen Zungenrücken bewegt und dasselbe in auf letztern aufschlagende Schwingungen versetzt. Von der Richtigkeit dieser Angaben kann sich Jeder durch Autopsie an seinen eignen Organen überzeugen. Das physiologische Ergebniss dieser Beobachtungen geht also dahin, dass das Zäpfchen nur durch die bei offenem Munde eingeathmete Luft in rückwärts, und nur durch die bei offenem Munde ausgeathmete Luft in vorwärts aufschlagende Schwingungen versetzt werden kann.

Aber man kann auch bei geschlossenem Munde einathmend den weichen Gaumen so fest an die hintere Pharynxwand anziehen, dass die Luft sich zwischen diesen beiden Organen oder Wänden nur mit Mühe durchzwängen, dabei aber auch zähen an denselben haftenden Schleim mit fortreißen kann. Dieser Vorgang, den wir, da er noch keinen Namen hat, mit Runksen oder Rucksen bezeichnen wollen, findet statt, wenn der in den Choanen oder an der Ober- und Hinterwand der *P. nasalis pharyngis* hängende, leicht austrocknende und dadurch eine borkige Natur annehmende Nasenschleim fort, zunächst in die *P. isthmica* herabgeschafft werden soll, um dann aus dieser entweder durch einen expirativen Vorgang, bei welchem die Organe etwa die Stellung haben, wie bei Bildung des Sprachlauts Ch (s. weiter unten Kap. 4 und Kap. 7) in die Mundhöhle gefördert und aus die-

ser ausgeworfen (R a c k s e n), oder durch eine Schluckbewegung in den Oesophagus herabgetrieben zu werden. Auch das Rucksen ist von einem, gewöhnlich sehr widerwärtig klingenden Geräusch begleitet, welches durch die groben ungleichen, gegen die hintere Pharynxwand schlagenden Schwingungen des weichen Gaumens erzeugt wird.

Endlich haben wir noch der Saugbewegungen zu gedenken, deren Mechanik von grösserem Interesse ist, als man bisher zu glauben geneigt war, und namentlich für den praktischen Arzt grosse Bedeutung hat. Bei jedem Saugen wird bekanntlich ein luftverdünnter Raum gebildet, in welchen die zu adspirirende Flüssigkeit, in welche die enge Oeffnung dieses Raums gehalten wird, einstürzt. Soll nun in die Mundhöhle eine Flüssigkeit, sei es eine tropfbar- oder eine elastisch-flüssige, gesaugt werden, so wird der Mund verengt, der Isthmus glossopalatinus geschlossen, und nun der Mundhöhlenraum, der bisher sehr eng war, durch Herabziehung des Zungenbeins, welcher Bewegung die Zunge sowohl als auch der Kehlkopf, der übrigens dabei ganz untheiligt ist, folgen müssen, erweitert. Dabei werden durch den Druck der Atmosphäre die Backenwände nach innen gedrückt und die Flüssigkeit wird in die Mundhöhle gezogen. Jedes Trinken ist in seinem ersten Momente oder Akte eine Saugbewegung, aber auch jedes Rauchen aus Tabakspfeifen oder Cigarren. Tropfbare Flüssigkeiten werden, nachdem sie auf diese Weise in die Mundhöhle gelangt sind, in der Regel hintergeschluckt oder nach Umständen in Gurgelbewegung versetzt und bei Fortbestand des Isthmus-Schlusses wieder ausgespuckt, behufs welches Vorgangs das Zungenbein wieder in die Höhe gezogen und dadurch der Mundhöhleninhalt ausgespritzt wird; gasförmige, z. B. Tabakrauch, werden nach kurzem Aufenthalt in der Mundhöhle entweder durch denselben Mechanismus wieder ausgetrieben

(herausgeblasen) oder durch Lüftung des Vorder-Isthmus-Verschlusses und gleichzeitige Hebung des Zungenbeins u. s. w. durch den Isthmus palatopharyngeus in die Nasenhöhle getrieben und durch eine Expirationsbewegung zu den Nasenlöchern heraus geblasen. Eine Berührung des Kehlkopfs oder gar ein Eindringen in denselben ist dabei von Seiten des Tabakrauchs (oder nach Umständen eines andern, zu ärztlichen Zwecken inspirirten Dampfes) gar nicht möglich, denn in dem Augenblicke, wo der Rauch an die Epiglottis herantritt, beginnt schon die Expirationsbewegung, die jedes Eindringen in die Kehlkopfsapertur unmöglich macht. Hiernach mag man verschiedene Behauptungen und Ansichten gewisser laienhafter Aerzte beurtheilen, die das Tabakrauchen dem Kehlkopf und den Lungen für schädlich halten, ohne vorher untersucht oder auch nur gefragt zu haben, ob denn der Tabakrauch wirklich in diese Theile gelangt oder nicht. Nur wenn auf türkische Art geraucht wird, kommt er wirklich dahin. Der Türke saugt und inspirirt den Rauch seiner Pfeife gleichzeitig, indem er dabei das Velum Palati hebt und dadurch das Nasenathmen ausschliesst, den Isthmus glosso-palat. öffnet und zugleich vollständig inspirirt. Freilich benimmt er dem Rauche vorher dadurch, dass er ihn durch Wasser leitet, seine den Kehlkopf und übrigen Luftwege zum Husten reizende Eigenschaften, eine Vorsichtsmaassregel, welche auch die Aerzte anwenden sollten, wenn sie einem Asthmatiker u. s. w. das Rauchen von Stramonium- oder andern narkotischen Blättern verordnen. Dieselbe Vorbereitung ist wohl auch dann nöthig, wenn es irgend einmal einem Arzte einfallen sollte (und in dieser Hinsicht steht dem Arzte ein noch ganz neues Gebiet der arzneilichen Applikation offen), gasförmige Stoffe unmittelbar auf den Magen einwirken zu lassen. Hierzu muss der in die Mundhöhle gesaugte Dampf verschluckt werden, was, wenn dadurch kein

Hustenreiz von Seiten des Kehlkopfs erregt wird, bei einiger Einübung gar nicht so schwierig und bei manchen Völkern bereits längst im Gebrauche ist.

Wenn man bei völlig (vorn und hinten) geschlossenem Munde eine Saugbewegung macht, während man den Hintertheil des Zungenrückens fest an das Gewölbe des harten und weichen Gaumens hält, und dann die Zunge plötzlich von demselben abreisst, so entsteht auch ein eigenthümliches Geräusch, welches von dem sogleich zu beschreibenden Schnalzen verschieden ist, für welches jedoch die deutsche Sprache und wohl auch die meisten andern Sprachen noch keinen Namen erfunden haben. Ich schlage vor, es *Stozzen* zu nennen, da das Wort *Kotzen*, welches dem hörbaren Vorgang ähnlicher nachgebildet wäre, schon zur Bezeichnung eines andern Vorgangs verwendet worden ist.

Beim *Schnalzen* dagegen, das einige Völker sogar als sprachliche Artikulation verwenden, wird im ersten Momente bei wenig geöffnetem Munde die Nasenhöhle durch Heben des weichen Gaumens abgesperrt, der Rücken des Vordertheils der Zunge so über den Vordertheil der Gaumenwölbung, die Alveolen der obern Schneidezähne und gegen letztere selbst und die Spitze der Zunge an die untern Schneidezähne gestemmt, dass dadurch der Mundkanal in gleicher Weise, wie bei dem *T dorsale* abgesperrt wird, im zweiten Momente durch Herabziehung des Unterkiefers die Mundhöhlenluft verdünnt und so die Zunge bis zu einem gewissen Grade angesaugt, gleichzeitig aber auch herabgezogen, bis sie im dritten Momente von ihren Berührungsstellen losgerissen, und dadurch das gedachte Geräusch erzeugt wird. Oder es werden behufs des (Lippen-) Schnalzens die beiden Mundlippen fest gegen einander gelegt, durch Herabziehen des Unterkiefers eine ähnlich wirkende, die Lippen stärker comprimirende und einwärts ziehende Verdünnung der Mund-

höhlenluft bewirkt, bis bei Erreichung eines gewissen Maximums dieser Kieferbewegung die adhärenden Lippen von einander getrennt werden. Diese beiden Arten des Schnalzens lassen sich auch miteinander verbinden.

Uebrigens sieht man leicht ein, dass das vorhin erwähnte Stozzen seinem Mechanismus nach den beiden Arten des Schnalzens völlig analog ist, dass also auf allen drei Artikulationsstellen eine Art Schnalzlaut möglich ist, die dem entsprechenden normalen Verschluss- oder Explosivlaut verwandt ist und in einigen Sprachen wirklich für denselben zu vikariren scheint.

Wenn man nun noch weiter geht, und, sei es zu Ende einer Inspiration oder während der Expiration den Athem anhält, wie dies physiologisch beim Drängen mittels der Bauchpresse und beim scharfen, markirten Einsatz eines (beliebigen) Brusttons geschieht, so wird natürlich die Glottis in ihrer ganzen Länge luftdicht geschlossen, und sobald dies geschehen ist, ist auch keine weitere Nachhülfe nöthig, da der Zweck, der von Natur angestrebt wird, damit vollständig erreicht ist. Aber Czermak war damit nicht zufrieden, und glaubte nach seinen Versuchen zu der Behauptung sich berechtigt, dass behufs jener Akte der ganze Kehlkopf luftdicht geschlossen werde.¹⁾ Wahrscheinlich setzte er dies schon vor Anstellung seiner Versuche voraus, und wurde dadurch verleitet, die allerdings in der Regel tiefe Stellung des Kehldeckels für ein völliges Aufliegen oder gar Aufgedrücktwerden desselben auf der (sic) Kehlkopfsapertur zu halten. Desgleichen lässt er auch die „falschen Stimmbänder“ Theil am Kehlkopfverschluss nehmen; er glaubt meist gesehen zu haben, dass dieselben ebenso weit gegen die Medianlinie vorsprangen, als die wahren Stimmbänder,

1) Der Kehlkopfspiegel u. seine Verwerthung etc. Leipz. 1860. S. 48.

und dass es daher gewöhnlich auch zum Verschluss der glottis spuria, durch gegenseitige Berührung der obern Stimmbänder selbst kommen möge. Endlich muss ihm auch der untere Theil des Kehldeckels, den er in seiner Schrift (und schon früher in Journalaufsätzen) mit einer Umständlichkeit und einem Sachinteresse beschreibt, als ob er ihn neu entdeckt hätte, zum wo möglich recht sichern Verschluss des Kehlkopfs dienstbar sein. Dieser „Wulst des Kehldeckels“ erscheint nämlich Hrn. C. ganz geeignet, eine zwischen den falschen Stimmbändern etwa übrigbleibende Furche oder Rinne auszufüllen oder doch zu schliessen. Wer aber mit der Anatomie des Kehlkopfs genauer bekannt ist, und, ohne durch eine vorgefasste Meinung das Spiel seiner Muskeln zu binden oder einseitig zu machen, einige Autopsien des lebenden Kehlkopfs angestellt hat, wird alle die angeführten Behauptungen oder Ansichten Czermak's als irrig erkennen.

Das Schliessen des Kehlkopfs und das Schliessen der Glottis sind zwei ganz verschiedene Dinge.

Geschlossen wird der Kehlkopf, zunächst also seine obere Apertur, beim Schlingen und Erbrechen, damit nichts von der Schling- oder Brechsubstanz in die Kehlkopfhöhle gelange; beim Anhalten des Athems dagegen mit oder ohne Bauchpresse ist es sehr gleichgültig, ob durch Niederlegung des Kehldeckels die Kehlkopfsöffnung vollständig geschlossen wird oder nicht. Man kann allerdings, wenn man will, beim Anhalten des Athems den Kehldeckel durch Kontraktion seiner Niederzieher so vollständig auf die Kehlkopfsöffnung legen, dass man im Kehlkopfspiegel nichts mehr von dieser Oeffnung erblickt, womit aber immer noch nicht bewiesen ist, dass dadurch diese Oeffnung wirklich luftdicht geschlossen sei, denn man kann nicht um den Rand des Kehldeckels herumsehen; auch zweifele ich nicht im Geringsten

darán, dass Czermak bei seinen Versuchen nichts von der Kehlkopfsöffnung gesehen hat; aber ich für meinen Theil vermag auch beim Anhalten des Athmens u. s. w., wobei kein Atom Luft durch den Kehlkopf dringt, meine Epiglottis so zu halten, dass ich noch ein kleines Stück der Glottis sehen kann, so dass also bei diesen Vorgängen die Kehlkopfsöffnung nicht vollständig geschlossen ist. Ich bin erbötig, Jedem, der an dieser Sache Interesse nimmt, diesen Versuch vorzumachen und ad oculos zu demonstrieren.¹⁾ Gleichzeitig habe ich an mir beobachtet, dass der Glottisschluss lediglich durch das Zusammentreten der Stimmbänder (der wahren nämlich, wenn dieser Beisatz noch nöthig sein sollte) zu Stande kommt, und wenn ich es auch nicht mit Augen gesehen hätte, so war ich davon durch die Betrach-

1) Auch Türk (praktische Anleitung zur Larygoskopie, Wien 1860. S. 22) hält die von Czermak (a. a. O. S. 48) vorgebrachte Vorstellung von einem ergänzenden luftdichten Verschluss zwischen Kehildeckel und den Giessbeckenknorpeln für eine irrige. Czermak verwahrt sich (Wiener medicin. Wochenschrift, Bd. 60. No. 47) gegen diese ihm gemachte Ausstellung, als ob die beiden Stimmbänderpaare zum Verschluss der Glottis nicht hinreichten, und wirft seinerseits Herrn Türk vor, dass er das von C. beobachtete Verhalten der Epiglottis beim starken Drängen und bei den Schlingbewegungen immer noch nicht beobachtet zu haben scheine. Obwohl also der Kehlkopf während des Schlingens durch den von Ihm ermittelten dreifachen Mechanismus geschlossen werde, gebe es dennoch Fälle, wo auch nach kompletter Zerstörung des Kehildeckels das Schlingen wieder seinen regelmässigen Gang nehme, woraus zu schliessen, dass die Glottis mit jedem Schlingakt vollkommen geschlossen werde, dennoch aber weiter zu schliessen unlogisch sei, dass der Kehildeckel, wenn unversehrt vorhanden, jene Rolle beim deglutitiven Verschluss des Kehlkopfs nicht spiele, welche ihm C. vindicirt. — Ich erlaube mir dagegen zu bemerken, dass die Natur nichts Ueberflüssiges thut, dass sie dem Kehildeckel nicht noch einmal thun lässt, was die Stimmbänder bereits vollständig gethan haben, und dass, wie schon erwähnt, die Kontrolle des vom Kehildeckel bewirkten luftdichten Schlusses der Kehlkopfsapertur mittels des einfachen Kehlkopfspiegels nicht möglich ist. S. auch Moura-Bourouillou's Schrift S. 81. 82.

tung des ausgeschnittenen Kehlkopfs längst überzeugt, denn es ist anatomisch unmöglich, dass auch beim festesten Schluss der Stimmritze die Taschenbänder (falschen Stimmbänder), so lange sie sich im normalen Zustande befinden und nicht durch Entzündung oder Ödem angeschwollen sind, zur vollständigen gegenseitigen Berührung kommen. Denn die hintere Insertion dieser Bänder liegt ein gutes Stück von der Medianlinie der durch Aneinanderlegung der Stimmfortsätze geschlossenen Stimmritze entfernt. Selbst bei hochgradigem Kehlkopfsödem (vulgo, aber fälschlich Glottisödem) bleibt nach hinten eine Spalte zwischen beiden Taschenbändern übrig. Wenn nun ferner C z e r m a k meint, dass durch das Niederlegen des Kehldeckelwulstes eine noch zwischen den Taschenbändern übrigbleibende Furche oder Rinne ausgefüllt werden könne, so lehrt abermals die Anatomie des Kehlkopfs, dass von dieser „Furche oder Rinne“ nur der vordere Theil durch den Stiel des umgebeugten Kehldeckels bedeckt werden kann, dass also gerade die mittlern und hintern Partieen der zwischen den Taschenbändern bei Schluss der Stimmritze bleibenden, hinten am meisten klaffenden Spalte von diesem „Kehldeckelwulst“ unberührt und unausgefüllt bleiben. Wenn endlich C. die Taschenbänder geradezu Stimmbänder nennt, und glaubt, dass durch das Auflegen jenes Wulstes auf dieselben ebenso wie auf dem Griffbret der Saiteninstrumente vermittelst des Fingers eine mechanische Verkürzung des schwingenden Theiles der Stimmbänder gesetzt werden müsste¹⁾, so muss ich sehr bedauern, dass er sich noch nicht gehörig mit den Elementen der Anthropophonik vertraut gemacht hat.

Ueberhaupt ist es mit dem ganzen Reflektiren des Kehldeckels keine so einfache Sache, als man bisher, auch abge-

1) L. c. S. 46.

sehen von Meyer's¹⁾ Ansicht, zu glauben versucht war. Der ganze obere Theil der Epiglottis erhält weder direkt, noch indirekt (durch die sich an ihn heftende Membrana quadrangularis) Muskelfasern, die ihn rückwärts beugen könnten.¹⁾ Ohne mechanische, von oben oder auch von unten her kommende Nachhülfe ist es wenigstens bei solchen Individuen, die eine aufgestülpte Epiglottis haben, kaum möglich, einen luft- oder wasserdichten Verschluss des Kehlkopfs mittels der Epiglottis herzustellen. Bei meinen an mir selbst angestellten Versuchen musste ich z. B. allemal dem Kehlkopf eine höhere, der Zungenwurzel eine hintere Stellung geben, wenn ich beim Anhalten des Athems den Kehldeckel so vollständig über die Kehlkopfsöffnung legen wollte, dass ich von letzterer nichts mehr sah. Aber noch nie gelang es mir, den Kehldeckel fest und luftdicht auf die Kehlkopfsapertur aufzudrücken und gleichzeitig durch die (wenigstens so weit, wie zur Tonbildung erforderlich) geöffnete Stimmritze einen Luftstrom so gegen denselben zu treiben, dass der Kehldeckel demselben Widerstand geleistet hätte.

Wenn man den Athem anhält, und dann die Luft in kleinen Portionen entweichen lässt, da öffnet sich die Knorpelglottis allein, bei festem Schluss der Bänderglottis. Dieses Entweichen geschieht mit einiger Geräuschbildung. Dasselbe hat Moura-Bourouillou (a. a. O. S. 72) beob-

1) Physiologische Anatomie 1856. S. 159. Nach M. wird die Fissura laryng. durch die beim Schlingmechanismus dem Kehldeckel ertheilte Bewegung geschlossen.

1) Auch Moura-Bourouillou stimmt mit mir (gegen Theile und Czermak) darin überein, dass die sogenannten Reflectores epiglottidis als Anhängsel des M. thyreo-arytaenoides zu betrachten sind. Er kam zu dem Resultate, dass eigne Muskeln des Kehldeckels nicht existiren, und hält die Hebung des Kehl- und Schlundkopfs, die Muskelkontraktionen dieser Organe und der Zunge zu jedweder Bewegung der Epiglottis beim Gesang, Schlingen, Brechen u. s. w. für ausreichend.

achtet, und er bemerkt dazu, dass in dieser Hinsicht die hintere Portion der Stimmritze allerdings den Namen Athmungsglottis verdiene.

4. Das Räuspern, Husten und Racksen.

Das Räuspern ist ein Vorgang zur Reinigung des Kehlkopfs von einer mehr oder weniger konsistenten Flüssigkeit, welche der Schleimhaut der untern Portion der Kehlkopfshöhle anhängt und beim tönenden Exspiriren die Schwingungen der Stimmbänder beeinträchtigt, unrein oder ungleich macht, und so dem Tone Geräusche beifügt. Zu diesem Behufe wird zuerst die Glottis geschlossen und auch der Kehldeckel, so weit man im Spiegel sehen kann, möglichst vollständig auf die Kehlkopfsapertur aufgedrückt, und im nächsten Moment wird die zu diesem Vorgange zu verwendende Luft mit einem Ruck, explodirend, hervorgestossen, wodurch die Stimmritze, namentlich die knorplige, sich auf 2—3 Linien öffnet, und der Kehldeckel, ohne seine Neigung sonderlich zu ändern, mit seinem Stieltheile etwas in die Höhe gesprengt und dadurch auch ein Stück, etwa 2''' weit, nach hinten geschoben wird, ohne dass die Giesskannenknorpel diese Bewegung in merklichem Grade mitmachen. Sofort nach dieser Luftentleerung, durch welche die zu entfernenden Flüssigkeiten emporgeschoben und durch die Rima glottidis posterior heraus und in den Pharynx gefördert werden, schliesst sich die Glottis wieder, nach Umständen um diesen Akt zu wiederholen, oder auch um dann, d. h. nach diesem Schluss (der jedoch nicht lange dauert) zum Indifferenzzustande zurückzukehren.

C z e r m a k (S. 50) beschreibt diesen Vorgang im Allgemeinen ebenso, wenn auch etwas oberflächlich. M o u r a - B o u r o u i l l o u (S. 81) fürchtet jedoch, dass C. den Vorsprung der Ary-Knorpel für den Kehldeckelwulst angesehen

habe. Denn er sah den durch Vereinigung der Ary-Knorpel gebildeten Vorsprung eine sehr merkliche Ausdehnung erleiden und sich unter dem Luftdruck aufblähen, während er den Kehldeckelwulst kaum wahrnehmen konnte, und die Druckbewegungen in mehreren Kehlkopftheilen und besonders in der Epiglottis gewisse Dislokationen bewirkten, die den Kehldeckelwulst dem Blick entzogen. — Für einen so schlechten Beobachter halte ich aber Herrn Czermak doch nicht, wie es M.-B. gethan hat, im Gegentheil könnten wir, Cz. und Ich, Herrn M.-B. den Vorwurf machen, dass er den Kehldeckelwulst beim Räuspern nicht ebenso gut gesehen hat, als wir.

Beim Husten, den man bei einiger Uebung ziemlich leicht durch Einathmung von Cigarrenrauch in der bald näher zu beschreibenden Weise absichtlich und im gewünschten Zeitmomente hervorrufen kann, wird der Kehldeckel im ersten Momente nicht so fest, als beim Räuspern, auf die Apertur aufgesetzt, die geschlossenen Glottiswände springen weiter auf, der Kehldeckel wird dabei etwas gehoben, und der Pharynx, der im ersten Momente (gleichzeitig mit den Glottiswänden) durch Gegeneinanderdrückung der Pfeiler des Arcus palatopharyngeus verengt war, wird dilatirt und dann in seinen vorigen Zustand versetzt. Das Zäpfchen wird beim Husten nicht kontrahirt. Nach jedem Hustenstosse schliesst sich die Glottis und senkt sich der Kehldeckel wieder, um nach Umständen den Mechanismus wiederkehren zu lassen.

Sowohl beim Räuspern als beim Husten befinden sich im ersten oder kontraktiven Moment die Stimmbänder auf ihrer Gleichgewichtsspannung und werden auch im zweiten Moment nur durch den Seitendruck der Luftsäule passiv durch Ausbuchtung gespannt, aber nicht durch aktive Muskelspannung. Der ganze Kehlkopf wird beim Räuspern etwa 4'', beim Husten 6 bis 8'' weit in die Höhe geschneilt, um

nach der Explosion sofort wieder auf seinen Nullpunkt zu fallen. Nach Türk¹⁾ hebt sich beim Husteln die hintere Kehlkopfswand stärker von der Pharynxwand ab.

Die Luftröhre ist im ersten Moment ausgedehnt, im zweiten kehrt sie wieder auf ihr gewöhnliches Lumen zurück, es steht in dieser Hinsicht dieselbe zu den Kehlkopfsänden in direktem Gegensatz.

Die Theile des Kehlkopfs, welche dem Luftdruck beim Husten am meisten ausgesetzt sind und bei häufigem, oft wiederkehrendem Husten dadurch entzündlich gereizt werden, sind die Schleimhautauskleidung der Glottis cartilaginea und die innern Zonen der Stimmbänder, namentlich die hintern Insertionen derselben.

Das Racksen, dessen wir schon einmal gedachten, ist auch ein expirativer Vorgang, um etwas, gewöhnlich einen zähen Schleimklumpen, aus der Pars isthmica pharyngis auszuwerfen. Ist der auszuwerfende Körper bereits in die Pars laryngea gelangt, so ist er wo möglich erst durch eine von unten nach oben gerichtete, also antiperistaltische Kontraktion der Muskelgebilde in die Pars isthmica zu schieben, damit er vom Luftstrom getroffen werden kann. Behufs des Racksens wird die Gaumendecke fest gegen die Hinterwand des Pharynx gezogen, damit die P. nasalis abgesperrt werde, und nun expirando ein durch Verengerung der Glottis und Niederlegung der Epiglottis stark gespannter und beschleunigter Luftstrom auf die Pharynxwand gerichtet. Der Kehlkopf ist dabei etwas, etwa 3''' weit, in die Höhe gezogen, die Apertura palatopharyngea bis auf eine Spalte von 2—3''' verengt, das Zäpfchen hängt lose, und wird durch den Reflex des Luftstroms stark nach vorwärts geschleudert. Die Zunge ist weit nach hinten und oben gezogen, um den Racks-Kanal

1) Praktische Anleitung zur Laryngoskopie. Wien 1860. S. 28.

möglichst zu verengen, und so die Reib-, Treib- und Stosskraft des Luftstroms zu steigern. Dem Racksen geht in der Regel das von mir sogenannte Rucksen voran, durch welches der zähe Schleim aus der *P. nasalis pharyngis* in die *P. isthmica* herabgezogen wird. Hängt der zu entfernende Schleimklumpen noch zum grossen Theile an der Hinterwand der *P. nasalis*, so vermag der von unten und hinten kommende Luftstrom oft nicht viel oder nicht genug zu seiner Losreissung auszurichten, und der Prozess des Rucksens ist zu wiederholen. Einmal losgerissen, fährt er mit Heftigkeit in die Mundhöhle und wird dann, wenn er nicht schon durch den, während des ganzen Vorgangs nothwendig offen stehenden Mund herausgeflogen ist, durch den gewöhnlichen Spuckmechanismus entfernt.

5. Das Niesen und das Rülpsen oder Aufstossen.

Ueber den Mechanismus des Niesens weiss ich wenig Neues zu sagen, da die autoptische Beobachtung der innern Organe hier zu schwierig ist und nach Willkühr kaum vorgenommen werden kann, obwohl nichts leichter ist, als das Niesen absichtlich zu erregen. Der Schneeberger oder Bockauer Schnupftabak ist ein ganz sicheres Mittel zu diesem Zweck.

Das Niesen ist dem Husten insofern ähnlich, als auch dabei eine explodirende Beschleunigung des Expirationsstroms stattfindet. Nur liegt beim Husten die Ausströmungsmündung in der dazu verengten Glottis des Kehlkopfs, beim Niesen in den Choanen und Nasengängen. Die Tubae Eustachii werden gegen den Druck der Luftsäule durch einen besondern von Tourtual beschriebenen Muskelapparat geschützt.¹⁾ Das Niesen zeigt in seinen Aeusserungen und

1) Tourtual, neue Untersuchungen. S. 61 ff.

Wirkungen verschiedene Grade und Modifikationen. Vollkommen fällt es aus, wenn die ganze in Explosion versetzte Luftmasse durch die Nasengänge streichen kann; unvollkommen, wenn der eine der Nasengänge dabei für die Luft undurchgängig ist; dann stürzt ein grosser Theil der Luftmasse in die Mundhöhle, und erzeugt, wenn dabei der Mund geschlossen gehalten wurde, oft ein eigenthümliches, brodelndes Tonphänomen im Mundlippenspalte. Zuweilen verbindet sich unter diesen Umständen Husten mit dem Niesen, offenbar in der Absicht, um die Druckkraft des Luftstroms, die sonst für den beschränkten Ausführungskanal zu gross ausfallen würde, zu mindern. Die akustischen Eigenschaften des Nies-Geräusches hängen zum Theil auch von dem Grade der gerade vorhandenen Schleimabsonderung der Pharynx- und Nasenschleimhaut ab. Ist dieselbe sehr gering, und ist in der *P. nasalis pharyngis* in der Nähe der Choanen eine halb-feste Schleimdecke vorhanden, so gelingt das vollständige Niesgeräusch nicht, erst nach einigen Wiederholungen des Niesaktes, wenn die Nasengänge freier und schlüpfriger geworden sind, gewinnt es seine normalen Eigenschaften. Häufig kommt es vor, dass das Niesgeräusch mit dem aspirirten Vokal Hä oder He einsetzt: die Glottis muss sich also in diesem Momente phonatorisch verengen und die *Fovea glosso-epiglottica* sich öffnen; im nächsten Moment wird die Zunge mit ihrem Vordertheil mit einiger Heftigkeit gegen den harten Gaumen und die obern Schneidezähne gestossen, so dass die bisher offen gehaltene Mundhöhle nach vorn geschlossen und in unserm Gehörorgan die Empfindung des T-Lautes erregt wird, an den sich, wenn die Zunge wieder loslässt, ein S anhängt. Das ganze deutsche Wort Hetzen scheint dem Niesvorgange (*hetsi*) nachgebildet zu sein. Während der explosiven Expiration wird das Zungenbein sammt Kehlkopf in die Höhe geschneilt, dadurch die Zunge in die vor-

hin erwähnte Lage gebracht, und die Ausströmungsöffnung des Kehlkopfs verengert. Der *M. glossopalatinus* wird angespannt, um die Decke des weichen Gaumens während der Explosion in gehöriger Entfernung von der hintern Pharynxwand zu halten. Offenbar richtet sich aber die Stellung des weichen Gaumens und die *Apertura palatopharyngea* nach dem vorhandenen Lumen der Nasenhöhle, so dass, wenn z. B. der eine Nasengang verstopft ist, die *Apertura palatophar.* verhältnissmässig kleiner, die *Apertura glossopalatina*, bei völlig wegsamen Nasenkanälen fast null, grösser ausfällt. — Sitzt ein halbfester Schleimkörper der einen Choane sehr nahe, und ist er nicht zu umfänglich, so kann er durch den Luftstrom in die Nasenhöhle geführt und durch den untern Nasengang ausgeworfen werden.

Das Rülpfen oder Aufstossen gestattet schon eine exaktere Darstellung, da es mittels des Kehlkopfspiegels sehr gut zu beobachten ist, auch von mir anfangs einigemale gelegentlich und vorübergehend, später, nachdem ich gelernt hatte, es willkührlich zu erzeugen, häufiger, genauer und in verschiedenen Graden beobachtet worden ist. Diese Beobachtungen gehören überhaupt zu den interessantesten, welche die Laryngoskopie darbietet.

In dem Augenblicke, wo die aufsteigende Gasblase hinter den Schildknorpel tritt, wird die Glottis geschlossen, um nach vollständigem Durchtritt der Blase sich wieder zu öffnen. Der ganze Kehlkopf wird im ersten Moment theils durch die Druckkraft der Gasblase, theils durch die Wirkung der *Mm. geniohyoidei, digastrici antici* und *mylohyoidei* etwas vor- und aufwärtsgezogen, dadurch die bei allen andern laryngoskopischen Beobachtungen unsichtbare *Lamina cart. cricoideae* frei gemacht, von der Hinterwand des Pharynx abgezogen, dadurch die ganze *Pars laryngea pharyngis* zur Einsicht gebracht, und die Speiseröhre in Form eines gedrückten

Ovals von etwa 8''' Transversal- und 3''' Mediandurchmesser geöffnet, so dass man bei gehörig einfallendem Lichte ein ziemliches Stück in dessen Tiefe hinabsehen kann. Allerdings gelang es mir bis jetzt nur selten, das Phaenomen in dieser Vollständigkeit zu erblicken. Während und bis zu Ende des Durchtritts der Gasblase durch den Obertheil des Oesophagus fällt der Kehlkopf wieder auf seinen Nullpunkt und gleichzeitig öffnet sich auch die Glottis wieder. Beim willkührlichen, durch einige Uebung zu erlernenden Rülpsen geschieht es oft, wenn nämlich die aufsteigende Gasblase zu klein ist, dass die Medianzone der Lamina cricoideae der Pharynxwand noch in einiger Ausdehnung adhäriren bleibt, und man dadurch die Oeffnung des Oesophagus, die etwas tiefer, als diese Stelle liegt, getheilt sieht. Das Schallphänomen, das beim Luftaufstossen oder Rülpsen beobachtet wird, und bekanntlich sehr verschiedener Modifikationen fähig ist, entsteht primär durch das Platzen der Luftblase oder Luftblasen, deren namentlich bei Aufsteigen von kohlensäurereichem Gas einander mehrere succediren; ausserdem beim Öffnen der Glottis. Vielleicht kann sich auch eine Art Zungenschwingungen in der durch Anlegung des Mediantheils des Ueberzugs der Lamina cricoid. an die Hinterwand des Pharynx gebildeten Schallritze bilden, die durch Aufschläge des erstern auf letztere zu Stande kommend einen rasselnden Ton ergeben, der sich mit dem durch die Ausdehnung der Blasenluft gebildeten Lufttone zu einem Geräusche vermengt. Durch geeignete Einstellung der Mundorgane, namentlich der Zunge und des weichen Gaumens, kann das ganze Tonphänomen ein vokalisches Timbre erhalten, und ich kenne wenigstens ein Individuum, welches es durch Uebung in dieser Beziehung zu einer wahren Kunstfertigkeit, wenn bei schlechten Tönen überhaupt von Kunst die Rede sein kann, gebracht hat.

So gut wie Gase können aber auch Flüssigkeiten durch

gleiche antiperistaltische Kontraktion der Ringmuskelfasern des Magens und des Oesophagus in die Höhe gebracht werden; man nennt diesen Vorgang hin und wieder Aufschwulken: ein Theil der so emporgehobenen, oft mit Speisetheilen vermischten Flüssigkeit tritt über den Kehlkopf, der also aus diesem Grunde geschlossen wird, in die Mundhöhle und wird zum Munde ausgeworfen, der andere Theil sinkt wieder herab, ohne dass man weder die eine Bewegung zum Brechen, noch die andere zum Schlingen rechnen dürfte.

6. Die eigentlichen Tonphänomene.

Bekanntlich verdankt die ganze Laryngoskopie mit ihren bisherigen Ergebnissen ihre Entstehung dem Scharfsinn eines Gesanglehrers, welcher nach einem Mittel forschte, um die Stimmbänderschwingungen bei den verschiedenen Tönen zu beobachten, und es in dem Kehlkopfspiegel entdeckte. Die ersten laryngoskopischen Beobachtungen waren aus diesem Grunde physiologisch-akustische, und sind vom Entdecker des Kehlkopfspiegels niedergelegt und veröffentlicht worden als *Observations on the human voice in the Proceedings of the Royal Society etc. Vol. VII. 1855.* Bis vor kurzem war mir nicht bekannt, dass seitdem ein anderer Physiolog oder Akustiker die Garcia'schen Beobachtungen wiederholt und beziehentlich ergänzt und berichtigt hätte. Aus diesem Grunde, und weil ich durch meine umfassenden, in meiner Anthropophonik niedergelegten Vorarbeiten wohl mehr, als irgend ein anderer Jetztlebender zu einer solchen Arbeit befähigt zu sein glaube, will ich es in Nachstehendem unternehmen, die von mir mittels des Kehlkopfspiegels seit etwa anderthalb Jahren behufs der Kontrolirung, Berichtigung und Ergänzung sowohl meiner früheren Forschungen, als auch der Garcia'schen Autopsieen angestellten Beobachtungen

und Versuche in eine zusammenhängende Uebersicht zu bringen und die daraus zu ziehenden Resultate vorzulegen. Ich hoffe, mich der Genugthuung erfreuen und nachweisen zu können, dass es mir bereits vor der Entdeckung und Verwerthung des Kehlkopfspiegels gelungen ist, das Meiste dessen, was dieses Erkennungsmittel zur unmittelbaren Anschauung gebracht hat, auf dem Wege oder Umwege der sogenannten Theorie erforscht und erkannt zu haben, abgesehen natürlich von dem Vielen, was die Laryngoskopie nicht darzulegen und nachzuweisen im Stande ist und daher anderweitiger Erforschung überlassen bleiben muss.

a. Erscheinungen bei der Tonbildung überhaupt.

Sobald ein Ton gebildet werden soll, mag er sonst Eigenschaften haben, welche er wolle, werden die beiden Giesskannenknorpel dergestalt und soweit gegeneinander bewegt, dass die oberen frei in die Höhe ragenden Theile derselben sich vollkommen berühren, dabei die Capitula Santorini, vorher sammt der ganzen Hinterwand der Ary-Knorpel der hintern Pharynxwand anliegend, etwa 2—3''' von letzterer ab und neben einander zu stehen kommen, und so der vorher vorhandene ziemlich breite Zwischenraum zwischen diesen beiden Knorpeln in einen mehr oder weniger geschlossenen Spalt übergeht, dass ferner die Spitzen der Stimmfortsätze ganz oder fast ganz zur gegenseitigen Berührung gebracht werden. Durch diese Bewegung der Ary-Knorpel werden die beiden Stimmbänder gleichfalls einander in gleicher Weise entgegen gebracht, während die höher und mehr seitlich am Ary-Knorpel sich inserirenden Taschenbänder sich kaum um 1''' weit mit ihrem hintern Ende nach innen verrücken, dergestalt, dass jetzt die Stimmbänder eine ziemlich (beiderseits etwa 2''') breite obere Fläche (Area glottidis) darbieten, und von ihrem äussern Rande an, wenigstens was die hintere Hälfte dersel-

ben anlangt, immer noch eine merkliche, hinten etwa $\frac{1}{2}$ ''' breite, nach vorn sich zuspitzende, durch ihre dunklere Farbe sich deutlich unterscheidende Zone bis zum Eingang in den Ventrikel und dem darüber liegenden innern Rand des Taschenbands übrig bleibt. Das Ostium laryngis superius, vorher trapezförmig, erscheint jetzt dreieckig. Die Ventrikel, sagt Garcia in obengedachter Abhandlung, behalten dabei kaum eine Spur von ihrer Oeffnung. Dies ist ein Irrthum. Dadurch, dass die Stimmbänder, deren obere Fläche in ihrer Fortsetzung nach aussen den Boden des Ventrikels bildet, nach innen vorgezogen werden, werden die Ventrikelgänge eher erweitert, als verengert; auch findet bei der phonatorischen Umstellung der Theile kein Vorgang statt, durch den die Taschenbänder den Stimmbändern von oben nach unten genähert würden. Ferner sagt Garcia, dass dabei die Plica ary-epiglottica kontrahirt und dadurch die Epiglottis herabgezogen würde. Dies geschieht aber nur, wenn ein unter Null liegender, also sehr tiefer Ton gebildet werden soll, in allen andern Fällen geschieht das Gegentheil. Desgleichen soll der zwischen den Ary-Knorpeln zu Ende des Zusammenlegens der Stimmbänder noch bleibende dreieckige Raum (das Harless'sche Ventil) sich schliessen, sobald die (also überhaupt eine) Phonation beginnt. Wir werden aber bald näher kennen lernen, dass dieser Raum bei gar manchen Tönen mehr oder weniger offen bleibt.

Demnach geschieht die Tonbildung im Kehlkopf in der Regel mittels Bildung einer durch Zusammentritt der untern, von vorn nach hinten zu den Spitzen der vordern Fortsätze der Ary-Knorpel ausgespannten Kehlkopfbänder erzeugten Ritze (Glottis ligamentosa), durch welche die in Expiration begriffene Luft geführt wird, wobei zwar in der Regel der die Verlängerung der von jenen Bändern erzeugten Ritze nach hinten bildende Raum zwischen den Ary-Knorpeln (Glottis

cartilaginea) geschlossen wird, jedoch das theilweise Offenbleiben dieses Raums (des Harless'schen Ventils) die Tonzeugung nicht nur nicht verhindert, sondern sogar in Fällen, wo die Glottis ligamentosa so fest geschlossen oder verwachsen ist, dass in ihr keine Töne mehr erzeugt werden können, die noch einzige Möglichkeit einer Tonbildung gestattet. Weder in dem zwischen den beiden Taschenbändern befindlichen Raume oder (bei krankhafter Anschwellung) Spalte, noch in dem zwischen dem Ligam. ary-epiglotticum und dem darüber gelegten Kehldeckel befindlichen Spalte, noch auch in der durch Gegeneinanderlegung der Obertheile der Ary-Knorpel gebildeten Rima glottidis posterior ist eine Tonbildung möglich, es können hier nur Geräusche entstehen, aber wohl nur in Fällen, wo ein oder beide Stimmbänder zerstört sind, ohne gleichzeitige Tonbildung in der Stimmritze.

b. Beim Flüstern oder Leisesprechen.

Das Flüstern lässt sich nach meinen Beobachtungen auf zweierlei Weise erzeugen. Wenn man es einigermaassen vernehmlich oder geräuschvoll machen will, da nähern sich die Spitzen der Stimmfortsätze einander bis zur fast völligen Berührung oder wenigstens bis auf einen geringen, selten $\frac{1}{2}$ ''' überschreitenden Abstand, die Bänder-, so wie auch die Knorpelglottis bleiben offen, und zwar so weit, dass es bei dem vorhandenen Tensionsgrade der durchstreichenden Luftsäule zu keinen tongebenden Schwingungen kommen kann. Die Bänderglottis ist beim Flüstern in ihrer Mitte etwa $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ ''' weit, die Knorpelglottis noch etwas weiter. Sieht man dagegen von aller Ton- und Geräuschbildung ab, da wird der Flüsterlaut ebenso, wie ein lauter Vokal, mit Glottisschluss eingesetzt, worauf sich sofort die hintere Abtheilung der Glottis ziemlich weit öffnet, während die Stimmbänder

einander stark genähert bleiben und keine Schwingungen machen.

Bei mir erscheint bei der ersten Art des Flüsterns das linke Stimmband mehr ausgeschweift, als das rechte, offenbar deshalb, weil die linke Platte meines Schildknorpels gegen die rechte etwas zurücksteht, und dadurch eine kleine Ungleichheit in der Spannung, wenigstens in der Gleichgewichtsspannung der Stimmbänder herbeigeführt worden ist. Demnach scheint das Flüstern ein Mittel zu sein, um irgend ein Individuum, etwa einen angehenden Sänger, auf die Gleichheit der Gleichgewichtsspannung seiner Stimmbänder zu prüfen.

Die Stimmbänder befinden sich nämlich beim Flüstern auf demselben Spannungsgrade, wie beim gewöhnlichen Sprechen. Darüber noch später Einiges.

c. Bei völligen, normal gebildeten Tönen. Toneinsatz und Tonabsatz.

Ein völliger, normal gebildeter Ton des menschlichen Kehlkopfs ist ein solcher, bei dessen Erzeugung die ganze auf einmal durch die Glottis streichende expiratorische Luft in stehende Schwingungen versetzt worden ist, mag dabei von den Stimmbändergebilden viel oder wenig mitschwingen, und mögen die Luft- oder die Zungenschwingungen die primären sein. Wir stellen hier den völligen, normal gebildeten Ton dem gehauchten, mit wilder (d. h. nicht zu stehenden Schwingungen verarbeiteter) Luft verunreinigten Ton entgegen, bei welchem also die Bedingungen der Tonbildung nicht vollständig oder nicht ungetrübt vorhanden sind.

Bei jedem guten, klingenden, normal gebildeten Tone berühren nicht nur die Spitzen der Stimmfortsätze einander, sondern es ist auch die ganze Glottis cartilaginea dabei in

der Regel luftdicht geschlossen.¹⁾ In der Regel, sage ich, denn es kommen, wie wir im Folgenden sehen werden, genug Tonphänomene, die wir nicht alle zu den abnormen oder gegen die Gesetze der Kunst gebildeten rechnen dürfen, vor, wo das Ventil nicht völlig geschlossen ist. Mag es aber geöffnet sein oder nicht, immer wird der Ton, wenigstens so lange er kein Pfeifen ist, in der und durch die Glottis ligamentosa oder Stimmritze im engeren Sinne des Worts gebildet.

Eingesetzt werden kann ein Ton auf zweierlei Art ²⁾
 1) fest oder bestimmt, so dass man deutlich seinen Anfang oder Einsatz wahrnimmt. Dies geschieht zunächst durch den momentanen Glottisschluss, welcher ein vollständiger, also sich über die ganze Glottis, die ligamentöse und kartilaginöse erstreckender ist, und bei welchem die Expiration für diesen Augenblick vollständig unterbrochen wird. Dabei werden nicht nur die Stimmbänder bis zum luftdichten Verschluss aneinandergelegt oder gedrückt, sondern auch die Taschenbänder fahren mit grosser Schnelligkeit gegeneinander, und zwar so, dass sie als dicke Wülste nach innen vortreten, deren innere Ränder Kurven bilden, die nach innen konvex sind und nach vorn bis zur gegenseitigen Berührung konvergieren. Bewirkt wird dieser Vorgang durch die Kontraktion des *M. thyreo-arytaenoideus externus*, zum Theil aber jedenfalls auch durch die plötzliche Abnahme des Luftdrucks, dem die innern Kehlkopfswandungen für gewöhnlich ausgesetzt sind.

Ausserdem beobachtet man bei diesem Glottisschluss eine merkliche, unter allen Umständen stattfindende Verengerung der Kehlkopfsapertur und des ganzen obern Kehlkopfraumes in der Sagittalrichtung. Der Kehldeckel wird etwas nach unten und hinten gerückt, namentlich springt der sogenannte

1) Damit stimmt auch Bataille überein (a. a. O. No. 24).

2) Anthropophonik. S. 609. 658 ff.

Kehldeckelwulst merklich ein- und abwärts, als ob er sich auf den Vordertheil der Taschenbänder legen wollte, und die Spitzen der Ary-Knorpel bewegen sich ein wenig nach vorn. Diese Bewegungen, welche eine Verkürzung der Stimmbänder zur Folge haben müssen, rühren gleichfalls von der Zusammenziehung des *M. thyreo-arytaenoideus externus* und seiner verschiedenen in der *Membrana quadrangularis* gegen den Kehldeckel verlaufenden Nebenbündel her.¹⁾ Bei unter dem phonischen Nullpunkt (s. w. u.) liegenden Tönen findet kein Unterschied in der Stimmbänderlänge im ersten und zweiten Moment des Toneinsatzes mehr statt, weil hier die Bänder nothwendig verkürzt bleiben müssen, überhaupt scheint der Unterschied der Glottislänge beim ersten und zweiten Moment des Toneinsatzes mit der Schwingungszahl des beabsichtigten Tones zuzunehmen. Wenigstens gilt dies von den Brusttönen, bei den Falsettönen beträgt dieser Unterschied caet. par. weit weniger.

Die Ventrikel, sagt Garcia, behalten bei den Anstalten zur Tongebung kaum eine Spur von ihrer Oeffnung. Sie dienen nur, um den beiden Bänderpaaren einen Raum zu liefern, wo sie sich leicht rangiren können. — Kann aber ein solcher Raum geliefert werden, wenn die Ventrikel kaum eine Spur von ihrer Oeffnung behalten?

Sobald aber nach diesem momentanen Glottisschluss die Bildung der stehenden Schwingungen in der Glottis beginnt, da werden die Taschenbänderwülste sofort in auffallendem und selbst für die tiefsten Töne, wo doch jener Muskel gewiss nichts von seiner Verkürzung verliert, noch wahrnehmbarem Grade seitlich verschoben, so dass die *Area glottidis*, d. h. die sichtbare Oberfläche der beiden tönenden Stimmbänder, beträchtlich breiter erscheint, als im vorigen Mo-

1) Anthropophonik. S. 660.

mente. Der Kehldeckel steigt wieder aufwärts und die Ary-Knorpelspitzen rücken wieder rückwärts. Diese Bewegungen werden offenbar theils durch den Druck des wieder ausfahrenden koncentrirten Luftstrahls bewirkt, welcher im vorigen Moment ganz fehlte, theils durch die Relaxation der genannten Muskeln.

2) Weich, unbestimmt oder hauchend, wobei man entweder durch kein anderes Merkmal, als durch Beginn der tönenden Schwingungen den Einsatz des Tones wahrnehmen kann, oder wo vor Eintritt des Tones ein Hauchen, eine Aspiration, ein H gehört wird. In allen diesen, nur gradweise von einander verschiedenen Fällen sind durch die Laryngoskopie drei bestimmte Unterschiede von der vorigen Art nachweisbar, nämlich das Offenstehen der (bis auf einen mehr oder weniger klaffenden Spalt verengten) Glottis in ihrer ganzen Länge in dem Moment, wo die Tonschwingungen beginnen sollen, das damit in ursächlicher Verbindung stehende Fehlen der nach Einwärts gehenden Bewegung der Taschenbänderwülste beim Toneinsatz, und das unverändert bleibende Verhalten des obern Kehlkopfraumes und der Stimmbänderlänge unmittelbar vor und bei dem Beginn des Tones. Je nachdem nun dieser Hauch ein leiser (*Spiritus lenis*) oder scharfer (*Sp. asper*) werden soll, ist auch die Glottis vor Eintritt der Tonschwingungen weniger oder mehr geöffnet; doch dürfen wir auch dabei den Druck nicht ausser Acht lassen, den die expirative Luftsäule behufs des stärkern Hauches erhalten und auf die Glottiswände ausüben muss, und auf welchen wir beim Sprachlaut H zurückkommen werden.

Der Eintritt der tönenden Schwingungen findet in dem Augenblicke statt, wo die Stimmfortsätze und Stimmbänder einander so weit genähert sind, dass letztere durch die expirative, keinen Augenblick unterbrochene Luftsäule in tönende Schwingungen versetzt werden können. Eine Umstim-

mung der Bänder in die dem zu gebenden Tone entsprechenden Dimensionsverhältnisse ist hier nicht erforderlich, da dies bereits vor dem Toneinsatz erfolgt ist, während im ersten Falle dies in der Regel stattfinden muss, wofern die Stimmbänder durch die Kontraktion der *Mm. thyreo-arytaenoidei* während des Glottisschlusses kürzer geworden waren, als mit der Schwingungszahl des beabsichtigten Tones vereinbar war. Auch in dieser Hinsicht ist die Theorie der bestätigenden Erfahrung längst vorausgeeilt.¹⁾

Während der Toneinsatz in der Regel mit Glottisschluss erfolgt, wird der Tonabsatz in der Regel ohne denselben bewirkt. Nur bei Darstellung gewisser Leidenschaften, wo der Ton plötzlich in der Kehle stecken bleiben soll, wird derselbe mit Glottisschluss, der ganz mit demselben Mechanismus vor sich geht, wie beim Toneinsatz, gleichsam abgeschnitten; in allen andern Fällen öffnet sich nach Aufhören der Schwingungen die Glottis in gewöhnlicher Weise oder es fügt sich ein anderer Ton oder überhaupt Sprachlaut an, wie wir noch später genauer untersuchen wollen.

d. Tonunterschiede:

aa) nach Stärke und Schwäche.

Gebe ich einen mittlern Ton, z. B. a, schwach, d. h. mit geringer Luftspannung, auf dem Vokal Ä an, und halte ihn auf demselben Stärkegrade, so sehe ich dabei den Kehlkopf vollständig geöffnet, so dass ich die ganze Stimmritze bis zur Fovea centralis übersehen kann. Die Schwingungen der Stimmbänder zeigen geringe Exkursionen, es geht wenig Luft auf einmal durch die Glottis. Crescendo senkt sich die Epiglottis, der Petiolus derselben (Wulst) tritt hervor und einwärts, so dass der vordere Theil der Stimmbänder dem Blick ent-

1) Anthropophonik. S. 660.

zogen wird, die Taschenbänder nähern sich einander etwas, so dass die Area Glottidis etwas schmaler wird, die Schwingungen der Stimmbänder zeigen weitergehende Exkursionen, und der Glottisspalt erscheint weiter, nach hinten zu auch etwas länger, bisweilen über die Spitzen der Stimmfortsätze hinaus verlängert, wenn nämlich die Schliessmuskeln der Glottis cartilaginea dem Luftdruck nicht vollkommen Stand halten; die Giesskannenknorpel verändern ihre Stellung zu den übrigen Theilen nicht. Dass bei mir dieselben nebst den Plicae ary-epiglotticae beim Crescendo eine kleine Verschiebung nach der einen Seite hin erleiden, ist kein normaler Zustand, und rührt davon her, dass sie, im Indifferenzzustand gegen einander gelegt, mit ihren Spitzen nicht ganz genau in der Medianebene stehen. Ob die vordere Insertion der Stimmbänder beim Crescendo der hintern etwas genähert wird, habe ich zwar noch nicht genau konstatiren können, doch scheint mir eine solche Annäherung stattzufinden, wenn dieselbe auch nicht so viel austrägt, als der Bewegung der Epiglottis entsprechen würde. Soviel habe ich wenigstens beobachtet, dass der Zungenrücken beim Crescendo unverrückt bleibt, während die Valleculae sich mehr öffnen.

Setzte ich denselben Ton forte ein, so erscheint gleich von vorn herein so ziemlich derselbe Zustand, wie er auf der Höhe des Crescendo stattfindet. Bei *Messa di voce*, wo der allmählig verstärkte Ton eben so wieder sinken gelassen wird, hebt sich *decrescendo* der Kehldeckel wieder, die Schwingungen nehmen an Exkursionsweite ab, der Glottisspalt verengt sich und scheint durch Zusammenlegen der hintern Bänderpartieen kürzer zu werden.

Bei den Falsettönen treten diese Unterschiede im Mechanismus auf *Piano* und *Forte* weit weniger hervor, als bei Brusttönen.

Bei den Stärkegraden der Töne müssen also Spannung

der Luftsäule und Spannung der Schliessmuskeln der Glottis im Gleichgewicht stehen, keiner dieser beiden Faktoren darf den andern überwinden.

Garcia stimmt mit diesen Angaben, wenigstens was die Epiglottis anlangt, ziemlich überein. Er sagt: Die Epiglottis ist bei den meisten und gerade bei den guten (vollen, kräftigen) Tönen mehr oder weniger gesenkt. Bei den brillanten kräftigen Brusttönen zieht sich die Kehlkopfhöhle zusammen und das Orificium derselben schliesst sich noch mehr; bei verschleierten und schwachen Tönen öffnet sich dasselbe, so dass man leicht hineinsehen kann. Besonders geschieht das beim Falset.

bb) nach Intensität.

Wir nehmen in der Anthropophonik an, dass jeder Ton auf jedem Stärkegrade eine mittlere Intensität besitzt, bei welcher, wie vorhin bemerkt, weder die Spannung der Luftsäule durch die der Schliessmuskeln der Glottis cartilag. überwunden wird, noch umgekehrt letztere durch erstere. Sprechen wir aber von Intensität insbesondere oder von verschiedenen Intensitätsgraden der Töne, so verstehen wir darunter den umgekehrten Zustand, bei welchem also die Spannung des einen oder des andern Faktors vorherrscht.

Die Intensität, Schärfe oder Härte eines Tones hängt nach der von mir früher ¹⁾ gegebenen Erklärung ab von der grössern oder mindern Zusammendrängung der in Schwingungen versetzten Moleküle auf einem gewissen Raume oder von dem Grade der Beschränkung der einzelnen Verdichtungs- und Verdünnungsräume: sie steht daher auch zu den Dimensionen der Wellen (so weit es Solidarwellen sind) in umgekehrtem Verhältniss. Je grösser der Elasticitätsmodu-

1) Anthropophonik. S. 280.

lus des schwingenden Körpers, je mehr Widerstand dieser einer ihn spannenden oder zusammendrückenden Gewalt entgegensetzt, je schwerer also die Moleküle desselben sich verschieben lassen und je gewaltsamer sie aus dieser Verschiebung ihre Gleichgewichtsspannung wieder einzunehmen streben, desto beschränkter, eingeengter sind caet. par. die Schwingungen, welche seine Moleküle dabei machen, desto intensiver ist also der durch diese Schwingungen erzeugte Ton, desto schneller durchlaufen auch mitgetheilte Schwingungen einen solchen Körper, während sie verhältnissmässig länger werden, sobald sie in ein dünneres Medium übertreten.

Wenn wir also einem Tone des Kehlkopfs eine besondere Intensität beilegen, so wird es ein solcher sein, dessen Wellen in der Glottis auf einen besonders engen Raum zusammengedrängt wurden, und aus derselben mit grösserer Geschwindigkeit ausfahren, als unter andern Verhältnissen. Es wird daher caet. par. ein intensiverer oder härterer Ton eine engere Glottisweite darbieten, als ein weniger intensiver oder weicherer, die Glottis wird sogar in ersterem Falle kürzer erscheinen, als im andern. Die Laryngoskopie bestätigt diese Voraussetzungen vollkommen. Namentlich lässt sie uns eine merkliche Zunahme der Glottislänge wahrnehmen, sobald der Ton unter das mittlere Maass seiner Intensität gesunken ist. Dann sind nicht nur die Spitzen der Stimmfortsätze nicht fest genug gegen einander gedrückt, um dem Luftstrom gehörig Stand zu halten, sondern auch die Glottis cartilaginea (das Ventil nach Harless) steht mehr oder weniger offen, so dass ein Theil der expirativen Luft unbenutzt durchfährt. Diese „wilde“ Luft mischt sich nach ihrem Austritt mit dem tönenden Luftstrom, verdünnt denselben, und giebt ihm dadurch die Eigenschaft, die wir nach der Empfindung, welche sie auf unser Gehörorgan ausübt, durch matt, weich, getrübt u. dgl. bezeichnen. Bei allen solchen intensitätsarmen Tönen

steht die Epiglottis mehr aufgerichtet und gestattet einen vollständigeren Einblick in die Kehlkopfhöhle, als bei mit mehr Lufttension gebildeten Tönen. Namentlich unterliegen diesem Fehler (wenn dieser Mechanismus wenigstens in ästhetischer Hinsicht für einen solchen erklärt werden sollte) die tiefern Töne des Brustregisters, wenn sie piano gebildet werden. Es wird dann mehr Luft für diese Töne beansprucht, als ihnen von Rechtswegen zukommt, und es ist nicht nur die Klangwirkung für den Zuhörer eine weniger günstige oder angenehme, sondern die Wirkung auf das Respirationsorgan ist auch eine nachtheilige, da dasselbe dadurch schneller ermüdet und zu häufigeren Inspirationen genöthigt wird. Aber auch der entgegengesetzte Zustand ist ein Fehler; denn wenn ein Ton durch die normalen Mittel nicht lautbar genug gemacht werden kann, so erhält er durch zu starke Zusammendrückung der Glottiswände und zu starke Niedersenkung der Epiglottis die Eigenschaft, die wir mit den Worten „gequetscht, zu scharf, schneidend“ u. s. w. zu bezeichnen pflegen.

Harless, welcher von der Ansicht ausgeht, dass das Ventil bei jeder regulären Phonation offen stehe, glaubt auf Grund gewisser Versuche, dass durch dessen theilweise Schliessung oder Verengerung das sogenannte Detoniren des Tones verhütet werde. Gewiss hätte sich die Natur auch dieses Mittels zu diesem Zwecke bedient, wenn das Offenstehen der Glottis cartilag. nicht für die tiefen Töne an sich eine nothwendige Sache wäre, und wenn es auch bei den hohen Tönen, die dem Detoniren doch noch mehr ausgesetzt sind, als die tiefen, stattfinden dürfte.

cc) nach Höhe und Tiefe (Schwingungszahl).

Um von Erhöhung und Vertiefung des Tones oder der Töne sprechen zu können, muss man erst den Punkt der gan-

zen Tonreihe ermittelt haben, welcher weder hoch noch tief liegt, von welchem aus auf- und abwärts gestiegen wird, also den phonischen Nullpunkt des Stimmorgans, bei welchem beide Bändersysteme des Kehlkopfs, Stimmbänder und Kegelband, in ihrer Gleichgewichtsspannung sich befinden. Früher bestimmte ich diesen Punkt nach dem Stande, welchen der Kehlkopf am Halse bei dem Tone einnimmt, bei welchem er weder gehoben noch gesenkt ist, und erhielt hiernach für mein Organ den Ton H oder A, als den dem phonischen Nullpunkt entsprechenden.¹⁾ Mittels des Kehlkopfspiegels kam ich jedoch zu einem andern Resultate. Wenn ich hier den Ton nahm, welcher erschien, wenn der Kehlkopf seine im Ruhezustand stattfindenden Dimensionsverhältnisse möglichst beibehielt, so lag derselbe etwa zwischen e und f, also mindestens eine halbe Oktave höher, als der früher dem phonischen Nullpunkt zugetheilte Ton, und beiläufig so ziemlich in der Mitte meines Brusttonbereichs, welches sich von dem Nulltone an, mag er auf e oder f liegen, eine Oktave sowohl auf- als auch abwärts erstreckt. Ich brauche wohl nicht erst zu bemerken, dass diese Beobachtung sehr interessant ist, brauche wohl auch nicht die Gründe anzuführen, weshalb sie es ist.

Auf diesem Nullpunkt und von ihm aus abwärts findet keine Umstimmung der Bänder beim Toneinsatz aus dem ersten in's zweite Moment statt, d. h. von den der tiefen Hälfte oder Oktave des Brusttonbereichs eines Sängers angehörigen Tönen wird jeder mit derselben Glottislänge eingesetzt, die der Schwingungszahl desselben entspricht, während bei höheren Tönen der Einsatz stets auf, wenigstens nicht viel über dem phonischen Nullpunkt stattfindet, daher die Bänder bei Lösung des Glottisschlusses erst in die dem beabsichtigten

1) Anthropophonik. S. 599. 602.

Töne zukommende Länge umgestimmt werden müssen. S. oben im Kap. c. über Toneinsatz.

Auf diesem dem Nullpunkt entsprechenden Ton (f) hat meine Glottis oder meine Stimmbänder, die ich dabei vollkommen übersehen kann, die Länge von etwa $6\frac{1}{2}'''$.

Gehe ich nun von diesem Tone bis zur untern Grenze meines Stimmereichs, die auf F — E liegt, die tiefern Strohasstöne ungerechnet, so wird der Raum zwischen Schildknorpelecke (Pomum, vordere Stimmbänderinsertion) und Stimmfortsätzen der Ary-Knorpel erheblich kürzer; nach meinen Messungen betrug die Stimmbänderlänge auf dem Tone F etwa $5'''$, war also durch Verlangsamung der Schwingungszahl auf ihre Hälfte (innerhalb einer Oktave), um $1\frac{1}{2}'''$ gesunken, also um etwas mehr als $\frac{1}{4}$ ihrer mittlern Länge kürzer geworden. Die Epiglottis folgt nicht nur der Bewegung des Schildknorpels, sondern wird auch noch ausserdem in der Regel etwas niedergezogen, dergestalt, dass man bei dem tiefsten Tone kaum noch etwas von der Glottis wahrnehmen kann. Dennoch ist diese Bewegung der Epiglottis keine nothwendige Bedingung der Tonvertiefung, denn selbst bei F vermochte ich einigemale, wenn ich diesen Ton auf Ä angab, den Kehldeckel so weit zu heben, dass ich die Stimmbänder messen konnte. — Die Capitula Santorini bleiben während dieses ganzen Vorgangs fast unverrückt auf ihrer Stelle. Die Stimmfortsätze der Ary-Knorpel erhalten durch die Relaxirung der Stimmbänder Neigung, auch, sobald die Luftgebung sinkt und die Schliessmuskeln in ihrer Spannung nachlassen, sich etwas von einander zu entfernen, so dass die Glottis cartilaginea mehr oder weniger geöffnet erscheint. Auch unterliegt es nach meinen Beobachtungen keinem Zweifel, dass die tiefen und tiefsten Töne, über die der Sänger gebieten kann, leichter erzeugbar sind, wenn das Ventil etwas geöffnet ist, namentlich wenn diese Töne mit dunklem

Timbre gebildet werden. Wir kommen darauf noch einmal zurück.

Gehe ich umgekehrt vom phonischen Null- oder Mittelpunkt f eine Oktave aufwärts bis $\bar{f}$, welches so ziemlich der höchste Ton ist, den ich ohne Anstrengung mit Brusttonmechanik erreichen kann, so kann ich allerdings eine Verlängerung der Stimmbänder, dabei auch ein Vorrücken der Kehldeckelinserktion, des Schildknorpels und des Zungenbeins konstatiren, die aber nicht so viel austrägt, als die Verkürzung auf der absteigenden Oktave. Sie beträgt aber nach meinen Messungen etwa $1'''$, eher etwas mehr, als weniger, so dass also doch der ganze Betrag der Bänderausdehnung vom Zustand grösster Erschlaffung bis zu dem grösster Spannung ziemlich $2\frac{3}{4}'''$ austräge, und meine Stimmbänder einer Verlängerung bis auf etwa $7\frac{3}{4}'''$ fähig wären.

Die Epiglottis hebt sich bei der Erhöhung des Tones, namentlich wird ihre untere Portion von den Stimmbändern mehr abgetrieben, als bei den tiefern Tönen, und so der Raum unmittelbar über der Glottis erweitert. Dass dadurch die Tonerhöhung, wenn auch nicht direkt gesteigert, aber doch durch Wegräumung eines tonvertiefenden Einflusses gefördert wird, ist aus frühern Forschungen bekannt.¹⁾

Dass die Epiglottis bei leisen und tiefen Tönen gesenkt ist, habe ich bereits früher, ohne Autopsie, theoretisch gefunden (a. a. O. S. 184. Z. 5. 6). Schade, dass ich später, als ich von den phonischen Funktionen der Epiglottis handelte (S. 648 ff.), auf den tonabstufenden Einfluss derselben nicht zurückgekommen bin. Nur S. 651, 652 setzte ich, ohne es weiter zu beweisen, voraus, dass die freie Portion der Epiglottis sich während der Phonation nach Maassgabe der tö-

1) Harless, Artikel: „Stimme“ in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. IV. S. 666. 684. — Anthropophonik S. 447. 553.

nenden Luftmasse und deren Spannung mehr oder weniger umkrümme, wodurch nebenbei das sogenannte gutturale Timbre verhütet werden solle. Freilich habe ich auch S. 735 gesagt, dass die Epiglottis sich während der Tonerzeugung um so tiefer senke, je mehr die Glottis verengt, je mehr dadurch der Luftstrom verdichtet und der Ton erhöht ist, was durch die Laryngoskopie allerdings widerlegt wird.

Moura-Bourouillou hat vor kurzem das Verhalten der Epiglottis auf verschiedenen Tonstufen genauer beobachtet (a. a. O. S. 79). Sollen tiefe Bassnoten erzeugt werden, sagt er, so springt die obere Konvexität der Larynxfläche der Epiglottis stärker hervor, der freie Rand derselben krümmt sich gegen die Zunge, und die Epiglottis legt sich zurück (se redresse); dabei nähern sich die Seitentheile des freien Rands einander, während der Mitteltheil sich vorwärts umbeugt. Die Plicae pharyngo-epiglotticae springen hervor und bilden die Grenzen einer subepiglottischen Fläche, eine Art von Hängebrücke, an welcher der Bissen beim Schlingen aufgehalten wird; die obere Konkavität der Kehlkopfsfläche der Epiglottis springt [auch] hervor und nimmt die Form einer nach hinten offenen, mehr oder weniger tiefen Dachrinne (gouttière) an, die einen Theil des Vestibulum laryngis bildet. Dabei spannen sich die Plicae ary-epiglotticae einigermaassen, und die Ary-Knorpel treten in Kontakt; der Sagittaldurchmesser des Ostium laryngis verlängert sich [?], der Querdurchmesser verkürzt sich, die Triangulärform wird oval, der Kehlkopf rückt am Halse vorwärts [nur scheinbar], das Intervallum thyreo-hyoid. verschwindet fast vollständig, der untere Rand des Zungenbeins nähert sich mehr oder weniger dem Schildknorpel und ruht oft ganz auf demselben.¹⁾ Die Basis linguae ist sehr

1) Diese tiefen Töne, bei welchen M.-B. experimentirte, dürften wohl

deprimirt, der ganze Stimmapparat endlich steigt merklich herab, dabei muss der Kopf stark rückwärts gebeugt (*renversée*) sein, bei vorwärts gebeugtem sind diese Veränderungen an der Epiglottis weniger bemerkbar, am meisten sind sie es nach M. bei horizontal gehaltenem Kopfe, auch sollen sie bei mittlern Tönen stattfinden, doch weniger evident für den Beobachter; dagegen bemerkt man sie kaum auf sehr hohen Tönen, da die Basis der Zunge sich hier so weit hebt, dass die Epiglottis verdeckt wird [M. hat hier wahrscheinlich kein Ä gesungen]. Dann ist das *Orificium laryngis* enger, und die Extremitäten des freien Randes der Epiglottis einander näher gerückt. Der Trichter des Kehlkopfs ist dabei stark gespannt [?] und verlängert, zugleich der Kehlkopf mit dem obern Schildknorpelrande in die Konkavität des Zungenbeins hineingezogen.

Auch der ganze Pharynx wird bei Erhöhung des Tones angespannt, welcher Vorgang in ähnlicher Weise wirkt, wie die Erweiterung des *Ostium laryngis*.

Die Stimmbänder werden in dem Maasse, als sie der Länge nach ausgedehnt werden, der Breite nach gegen einander gedrängt, damit sie dem zwischen sie durchfahrenden Luftstrom Stand halten. Eine Neigung, durch letzteren von einander abgetrieben zu werden und dadurch die Glottis cartilaginea zu öffnen, ist an den Stimmfortsätzen bei Bildung der Töne der obern Oktave des Brustregisters nicht mehr wahrzunehmen.

Bataille²⁾ brachte, um den Mechanismus der Tonabstufung, zunächst des Brustregisters, zu erforschen, die Glottislippen sehr wenig gegen einander (*affrontait*), liess einen

Kehlbass - oder Strohbass - Töne gewesen sein. Vergl. meine Anthropophonik, S. 600 ff., mit S. 634 u. 636.

2) *Nouvelles recherches sur la phonation*. Gazette hebdom. de médecine et de chirurgie. Paris 1861. No. 20. (Auch erst vor kurzem mir zugegangen.)

sehr schwachen Luftstrom zwischen durchgehen, und machte nach jedem Ton eine kurze Inspiration. Er fing mit C (seinem tiefsten Tone) an. Zuerst affrontirten sich (wir wollen das französische Wort, um Irrungen zu verhüten, beibehalten) die Ary-Knorpel mit dem untern und hintern Drittel ihrer Innenflächen; die sehr schwach gespannten Stimmbänder machten lose und weite Vibrationen, die auch in der Ventrikelgegend sichtbar waren, die subglottischen Bäuche (s. w. u. unter „Brustregister“) waren völlig sichtbar, besonders crescendo. Die Skala aufsteigend, dabei die Ary-Knorpel abwechselnd aus- und aneinanderbringend, sah er dieselben Phänomene, aber allmählig weniger bemerkbar; nur die Glottisöffnung [?] verengte sich allmählig von hinten aus durch progressiven Zusammentritt (accollement) der Ary-Knorpel [Stimmfortsätze?], deren Innenflächen, mit jedem [höhern] Tone sich immer mehr affrontirend, allmählig den Betrag der schwingenden Oberfläche verringerten. Bei c angelangt, verbargen die stärker sich affrontirenden Glottisränder die schwingenden Bäuche, doch blieben die Schwingungen des Randes und der Ventrikelgegend noch sehr merklich. Jetzt [?] begannen die Stimmfortsätze sich mit ihren Spitzen zu berühren; gleichzeitig boten die Stimmbänder Zeichen einer allmählig zunehmenden Spannung dar, welche sehr auffällig wurde, als die Stimmfortsatzspitzen sich ganz affrontirt hatten. Jetzt [wieder einmal!] war B. bis $\bar{d}$ gekommen: die Schwingungen wurden immer schneller [warum nicht?], die Ventrikelgegend schmälere (was ihre grössere Längenspannung anzeigte), die hintere Abnahme der Glottisöffnung wurde immer unmerklicher, und die weitere Tonerhöhung bis $\bar{f}$ [also $2\frac{1}{2}$ Octaven Umfang der Bruststimme!] schien durch blosse Längenspannung bewirkt zu werden. — Dieselbe Tonreihe absteigend, sah B. zuerst die Längenspannung der Bänder abnehmen, dann die Glottis allmählig hinten (en arrière) sich öffnen, die Schwingungs-

bäuche wiederkehren und endlich die Schwingungen grösser und weicher [sic] werden, wie zu Anfang des Versuchs. Die Ventrikel blieben stets lineär und die Taschenbänder unbetheiligt. — Im Allgemeinen soll sich nach Bataille für die höhern Töne die Glottis von hinten nach vorn bis zu folgenden Grenzen verengen: von h bis $\bar{d}$ beim Bass, von $\bar{e}$ bis $\bar{g}$ beim Tenor, von $\bar{f}$ bis $\bar{a}$ bei den Frauen. Diese Grenzen sind zugleich die der Stimmfortsätze nach vorn (en avant).

Demnach hat Bataille, eben so wie Garcia (s. w. u. unter Brustregister), die Längenspannung der Stimmbänder als tonabstufendes Moment für die tiefere Hälfte des ganzen Registers, wo sie doch nach meinen Versuchen am wirksamsten ist, ganz übersehen und dafür seinem mir noch nicht recht einsichtlichen „affrontement und accollement“ der Ary-Knorpel, beziehentlich Stimmfortsätze derselben, einen desto grössern Einfluss beigelegt. Von der Epiglottis als tonabstufendem Moment nimmt er keine Notiz, eben so wenig von den übrigen von mir und Andern aufgefundenen Momenten. Hätte er seine Versuche nach einer andern, eine Vergleichung der höhern mit den tiefern Tönen besser zulassenden Methode angestellt, so würde er mehr gesehen und gefunden haben.

Ein anderes, bisher fast unberücksichtigt gebliebenes Mittel zur Tonabstufung glaubt Moura-Bourouillou (S. 83) auf Grund seiner laryngoskopischen Studien in den Sinus pyriformes, die er Gouttières laterales nennt, zu erkennen. Wenn man beim Gesang, sagt er, einen mehr oder weniger starken Druck auf die äussere Wand der Sinus pyriformes ausübt, da sieht man auf ihrer inneren Wand einen mehr oder weniger vorstehenden Vorsprung sich bilden, aber nur in dem Intervall, das seitlich den obern Rand des Schildknorpels vom untern Rand des Zungenbeins trennt; tiefer ist die Wand aus dem Schildknorpel selbst gebildet. Sucht man beim Gesang den einen hintern Rand dieses Knorpels dem

ändern zu nähern, so bemerkt man, dass der Ton der Stimme an Glanz gewinnt und um eine Sekunde höher wird (eine grosse bei grossem Druck und auf hohen Noten). Diese Veränderung kann einer grössern Spannung der Stimmbänder in Folge dieses Drucks beigemessen werden, aber wenn man statt des Knorpels das Intervall eindrückt, auf einer oder beiden Seiten, da erhöht sich der Ton noch merklicher, besonders wenn es ein hoher ist; auf den höchsten kann diese Erhöhung bis eine Quinte austragen, auf den tiefsten nur eine kleine Sekunde. Demnach dienen, schliesst M.-B., die Sinus pyriformes zur Vertiefung des Tons; demnach, folgert er weiter, ist auch die grössere oder geringere Weite dieser Gruben *caeteris paribus* Requisit einer tiefern oder höhern Stimmlage, so wie auch das Timbre und der Klangcharakter der verschiedenen Stimmen dadurch modificirt werden soll.

Dass durch einen von beiden Seiten auf den Kehlkopf, zunächst auf beide Schildknorpelflügel ausgeübten Druck der während dieses Versuchs gegebene Ton um $\frac{1}{2}$ bis 1 Stufe erhöht wird, mag es ein Brust- oder ein Fistelton sein, habe auch ich schon längst beobachtet. Wenn nun aber Moura-Bourouillou aus diesem Versuche den Schluss zieht, dass die dabei stattfindende Tonerhöhung durch Verengung der Sinus pyriformes bewirkt werde, so übersieht er gerade das Wesentliche, worauf es hier ankommt, nämlich die durch jene Kompression bewirkte Gegeneinanderdringung der Glottisränder und der Ary-Knorpel, welche bekanntlich tonerhöhend wirken muss, während die sehr unerhebliche Beschränkung der Sinus pyriformes schon deshalb in dieser Hinsicht keine Wirkung ausüben kann, weil ihre Apertur grösser ist, als ihr Mittelraum, und dieselben schon aus diesem Grunde keinen Resonanzraum bilden können, dessen Volumenänderung auf die Bewegung der Tonwellen einen beschleunigenden oder hemmenden Einfluss ausüben könnte.

Endlich lässt sich auch das Steigen und Fallen des Kehlkopfs im Kehlkopfspiegel beobachten, obwohl derselbe dazu nicht erforderlich ist, und für gewöhnlich auch dieser Vorgang sich durch kein auffälliges Zeichen im Spiegel bemerkbar macht. Gebe ich mit Timbre clair die Scala A cis e a cis, staccato e ben marcato, so rückt der Kehlkopf deutlich aufwärts und erscheint auch auf der höchsten Stufe merklich grösser, als auf der tiefsten.

Demnach hat uns die Autopsie mittels des Kehlkopfspiegels gerade keine neuen tonabstufenden Elemente für das menschliche Stimmorgan kennen gelernt, nur die bisher von mir und Andern aufgefundenen bestätigt, und einige vordem begangene Irrungen berichtet.

e. Tonregister:

aa) Brusttöne.

Wenn ich einen mittlern Brustton, z. B. das der mittlern Spannung meiner Stimmbänder entsprechende f angebe, so erscheint die Glottis cartilag. geschlossen und die Stimmbänder schwingen, ebenso wie am ausgeschnittenen Kehlkopf bei dem von mir sogenannten Durchschlagregister¹⁾, in ganzer Länge, mit auf- und auswärts gehenden Schwingungen, deren Exkursionsweite zu der angewandten Luftmasse in geradem Verhältniss steht. Statt der beim Toneinsatz linienförmigen Glottis sieht man an deren Stelle einen dunkeln, nach der Mitte zu mehr oder weniger konsistent werdenden oder anschwellenden Streif, der verwischte Konturen zeigt, dergestalt, dass man die Glottisränder nicht mehr deutlich unterscheiden kann. Die Glottis wird demnach bei jeder Rekursion momentan geschlossen, wie auch Garcia annimmt. Wenn ich nun von diesem mittlern Tone eine ganze Oktave

1) Anthropophonik. S. 520 ff.

hindurch herabsteige bis zum Tone F, ohne dabei meinen Organen eine besondere Gewalt anzuthun, so öffnet sich, während jedoch die Spitzen der Stimmfortsätze einander bis zur völligen oder fast völligen Berührung genähert bleiben, die Glottis cartilag., anfangs nur wenig, so dass sie spaltförmig erscheint, mit Abnahme der Schwingungszahl mehr, und zwar so, dass sie vorn zwischen den Spitzen der Stimmfortsätze am engsten, nach hinten zu am weitesten erscheint und etwa die Form eines erstarrten Glastropfens annimmt. Dabei vermindert sich in bereits oben gedachter Weise die Länge der Stimmbänder, und der Eingang in die Kehlkopfhöhle wird durch die Epiglottis, welche ihren Umfang natürlich nicht mit verändern kann, allmählig mehr verdeckt, so dass man auf den tiefsten Tönen kaum viel mehr, als das hintere Ende der Bänderglottis und den vordern Theil der Knorpelglottis erkennen kann. Umgekehrt beim Aufsteigen des Tones bis zu $\bar{e}$ oder $\bar{f}$ erscheint die Knorpelglottis völlig geschlossen, und die Luft streicht nur durch die Stimmbänder hindurch, welche, wie es scheint, auf jedem Tone dieser Skala in ganzer Länge schwingen.

Demnach zerfällt das Brusttonregister in zwei Abtheilungen von etwa gleichem Umfang, eine obere und eine untere, welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass die Glottis cartilaginea bei ersterer geschlossen ist, bei letzterer offen steht.

Garcia sagt in seiner bekannten Abhandlung über die Bruststimme folgendes. Wenn wir (d. h. ein Tenor) verschleierte und schwache Töne geben (in von unten nach oben aufsteigender Folge), so öffnet sich der Kehlkopf bei den Tönen c d e , und wir sehen die Glottis agitirt durch breite und lose Vibrationen in ihrer ganzen Länge, so dass ihre Lippen die Stimmfortsätze mit begreifen, ohne dass aber ein dreieckiger Raum zwischen letztern bleibt. Beim Aufsteigen des Tones entziehen die Stimmfortsätze durch graduelle von hinten beginnende Apposition immer mehr der Länge der Glottis, und sobald wir die Töne $\bar{c}$ $\bar{d}$ erreichen, sind sie bis zur Spitze

an einander gedrückt (und es schwingt von nun an nur noch die Bänderglottis). In einigen Organen sind diese Spitzen etwas vacillirend, wenn sie das hintere Ende der Glottis bilden, und die zwei oder drei halben Töne, welche (dabei) gebildet werden, zeigen einigen Mangel an Reinheit und Sicherheit, wie den Sängern wohl bekannt ist. Von $\bar{c}$ $\bar{d}$ an werden die Schwingungen runder und reiner, nur von den Stimmbändern bewirkt, bis zu Ende des Registers. Die Glottis giebt dann den Anblick einer in ihrer Mitte etwas geschwellten Linie, deren Länge sich vermindert, je mehr der Ton aufsteigt. Wir sehen ferner, dass die Kehlkopfhöhle sehr eng geworden ist, und dass die Taschenbänder die Ausdehnung der Ellipse (die der Boden des obern Kehlkopfraums bildet) auf die Hälfte reducirt haben. Wenn wir dagegen volle und starke Töne geben, da wird die Glottis erst sichtbar bei den Tönen $\bar{e}$ $\bar{f}$. . . Im Allgemeinen arbeiten die Organe wie vorhin, nur mit einem zweifachen Unterschiede: die Kehlkopfhöhle zieht sich mehr zusammen, wenn die Stimme intensiv ist, als bei schwachem Tone; und die Taschenbänder sind so weit kontrahirt, dass sie den kleinen Durchmesser der Ellipse bis auf 2—3'' reduciren. Aber trotz aller Kontraktion nähern sie oder die Wrisberg'schen Knorpel sich nie so weit, dass sie der Luft den Ausgang versperren oder erschweren, haben also mit Erzeugung des Falsets oder der Kopfstimme nichts zu schaffen; sie wirken nur zur Verengung der Kehlkopfhöhle bei den hohen Brust- und Kopfnoten.

So weit Garcia. Vor Allem ist an dessen Darstellung sehr auffallend, dass er von einer Verlängerung der Glottis ligamentosa während und behufs der Tonerhöhung hier nicht das Geringste erwähnt. Dies ist sein Grundirrthum, aus dem nun mehrere andere Irrthümer, die er begangen, entspringen mussten. Denn weil er nun einmal von der Längenausdehnung der Stimmbänder als tonabstufendem Mittel nichts sehen und wissen wollte, so musste er sich nach einem andern tonabstufenden Mittel umsehen, und glaubte dies in dem Verhalten der von den Stimmfortsätzen gebildeten Spalte gefunden zu haben. Er glaubte daher zu sehen, dass sich behufs der Tonerhöhung die Glottis, und zwar die ganze, durch successive Gegeneinanderlegung ihrer Wände von hinten nach vorn verkürze. In dieser Annahme liegt ein doppelter Irr-

thum. Erstlich vermag die Glottisspalte zwischen den Stimmknorpeln durch ihr Offenstehen nichts zur Bestimmung der Schwingungszahl beizutragen, sondern nur die des primär durch die Bänderschwingungen gebildeten Tones um etwa eine halbe Stufe zu erniedrigen, wie dies Harless durch seine Versuche genügend erwiesen hat¹⁾; und wenn man sogar die Möglichkeit einer gleichzeitigen Lufttonbildung in diesem „Ventile“ zugeben wollte, so würde doch dieser Ton jedenfalls seiner Schwingungszahl nach von dem Bändertone abweichen und dann einen zweiten Ton gleichzeitig hören lassen, weil zwei specifisch verschiedene und an verschiedenen Orten erzeugte Töne sich nicht zu einem gemeinschaftlichen Ton von mittlerer Schwingungszahl, die dann aber auch dem Zufall preisgegeben wäre, vereinigen können; zweitens ist es unmöglich, dass die aus starren Knorpeln gebildeten Wände der Glottis cartilaginea sich, nach und nach vorschreitend, so stück- oder theilweise von hinten nach vorn zusammenlegen können, wie dies bei einer Stimmritze mit elastischen Wänden unter gewissen Umständen möglich ist. Ausserdem ist es auch nicht wahr, dass bei Bildung tiefer Töne kein dreieckiger Raum zwischen den Giesskannenknorpeln offen bleibt, und ist auch diese Ansicht offenbar nur zur Stütze der ersten irrigen Annahme von Garcia geltend gemacht worden. Bei mir wenigstens ist die oben bezeichnete Form dieser hintern Glottisöffnung auf den tiefen Brusttönen so unverkennbar zu beobachten und beim besten Willen durch kein mechanisches Mittel zu beseitigen oder der Garcia'schen Ansicht konform zu modificiren, dass ich wohl Grund zu der Annahme zu haben glaube, dass diese Form der hintern Glottisöffnung die naturgesetzliche sei, nicht die der Spaltöffnung. Was das von Garcia für die Mitteltöne des Brustregisters ausschliesslich in Anspruch ge-

1) A. a. O. S. 567. 677.

nommene Vacilliren der Spitzen der Stimmfortsätze anlangt, so findet dasselbe nach meinen Beobachtungen ebenso gut bei den tiefern Tönen der untern Abtheilung des Brustregisters statt, wofern der Sänger nicht versteht, den Strom seiner Expiration fortwährend auf gleichem oder gleichmässig an- oder abschwellendem Volumen zu erhalten. — Ferner sagt Garcia zu viel, wenn er behauptet, dass die Kehlkopfhöhle mit Zunahme der Schwingungszahl des Tones eng würde, so dass bei den höchsten Brusttönen die Area glottidis durch die Einwärtsrückung der Taschenbänder auf die Hälfte der Breite reducirt würde, die sie bei den tiefsten Tönen hatte. Bei meinen Beobachtungen konnte ich von einer solchen Einwärtsrückung und Reduktion so wenig beobachten, dass ich geradezu den Werth dieser Bewegung als eines tonabstufenden oder sonstwie modificirenden Mittels in Abrede stellen muss. Im Gegentheil verlängert sich die Area glottidis bei der Tonerhöhung, ihre Breite bleibt dabei so gut wie ungeändert. — Wenn man, fährt Garcia fort, volle und starke Töne giebt, da sieht man seine Glottis erst bei *e f*, also bei Tönen der obern Oktave, wahrscheinlich weil ihm bei den tiefern Tönen die Epiglottis die Einsicht abschnitt. Trotzdem behauptet er, dass die Organe dabei ebenso arbeiteten, als auf schwachen Tönen, ferner, dass sich die Taschenbänder noch weiter „zusammenzögen“, als vorhin. Offenbar hat G. hier das Verhalten der Organe beim Einsetzen der Töne auf das beim Tönen selbst übergetragen, sonst wüsste ich wirklich das Entstehen dieses Irrthums nicht zu erklären.

Doch genug von Garcia's Ansichten. Wir wenden uns jetzt zum schwierigsten Punkte dieser Untersuchung, zu dem Verhalten der Stimmbänder bei der Erzeugung der Brusttonreihe. Bei diesen Beobachtungen kommt es hauptsächlich darauf an, das hintere Ende der Bänderglottis zu erkennen, mit dem Auge festzuhalten, und mit dem hin-

tern Ende der schwingenden Bänder zu vergleichen. Die Insertionsstelle der Stimmbänder an den Stimmfortsätzen ist durch die gelben Flecke bezeichnet ¹⁾, die hintere Grenze der schwingenden Glottis durch die serös-schleimige, theils auf der Schleimhaut des untern Kehlkopftheils und der Luftröhre niedergeschlagene, theils von ihr abgesonderte Feuchtigkeit, welche sich hier durch die strudelnde Bewegung in einen kleinen weissen Schaumfleck zusammenballt. Ebenso bildet sich nach einigen Tönen an der vordern Insertionsstelle der Stimmbänder ein solcher Schaum, der auch die Ränder der nächsten Portion der Bänder färben kann. Bei tiefen Tönen, wo die Stimmbänder nicht so kräftig gegeneinander gedrängt sind, wird dieser strudelnde Schaum weiter hinten, also genau über den gelben Flecken beobachtet, bei höhern scheint er allmählig mit steigender Schwingungszahl weiter vor, gegen die Mitte der Glottis zu, zu rücken. Diese Erscheinung hat wahrscheinlich Garcia zu der irrigen Ansicht verleitet, als würden die Stimmbänder mit Erhöhung des Tones kürzer. Bei genauer Betrachtung erkennt man jedoch, dass auch beim höchsten Brusttone die Stimmbänder in ihrer ganzen Länge schwingen, und dass jener Schaum nur aus dem Grunde etwas weiter nach vorn gerückt erscheint, weil die phonische Glottisweite (d. h. der Raum, um welchen sich die Stimmbänder excurrando von einander entfernen) so eng geworden ist, dass in der hintern Spitze der Glottis nicht so viel Bläschen mehr Platz neben einander haben, um als Schaum erscheinen zu können. Wer übrigens die Schwingungs-Erscheinungen und Gesetze der elastischen Bänder genauer erforscht hat (wozu er in meiner Anthropophonik hinlängliche Anleitung findet), wird auch von vorn herein behaupten, dass eine andere Schwingungsweise, als die von mir angegebene, wenigstens so lange nicht mög-

1) Gerhardt in Virchow's Archiv 19. S. 435.

lich ist, als die Schwingungen dem Zungentonmechanismus angehören.

Ueber das speciellere Verhalten der Stimmbänder bei ihren Tonschwingungen sind bis jetzt erst Anfänge zu Beobachtungen gemacht worden. Nach Moura-Bourouillou (S. 77) verwandelt im Moment der Phonation das Stimmband sich in eine dünne Falte, durch Anlegung seines untern Blatts an sein oberes. Dieser Zustand könnte nur am Rande und nur *excurrento* eintreten. Bataille¹⁾ sah, als er den Ton *f* anfangs *pp*, dann *crescendo* mit Bruststimme angab, wie die Stimmbänder sich hoben, und zugleich in ihrer subglottischen und ventrikulären Region, so wie in ihrem freien Rande²⁾, also in ihrer ganzen Ausdehnung, sich anspannten, und ebenso *excurrento* in ganzer Ausdehnung in Vibration geriethen; nur hatten diese Vibrationen nicht allenthalben dieselbe Amplitude. In der Ventrikularregion waren die Exkursionen am wenigsten sichtbar, je näher dem freien Rande, desto mehr [versteht sich von selbst]. Dieser vibrirte vollständig (*en plein*), am auffallendsten waren aber die Vibrationen unmittelbar unter dem freien Rande: hier hob sich die Stimmembran, wie die Haut unter dem

1) Nouvelles recherches sur la phonation. Gazette hebdomad. 1861. No. 20. 24.

2) Bataille theilt nämlich jedes Stimmband (oder Stimmembran, wie er es auch nennt, und zwar in einem ganz andern Sinne, als Garcia diesen Ausdruck gebraucht) in drei Regionen, in die tiefe subglottische, welche nach oben vom Rand der Glottislippen, nach unten von einer horizontalen zwischen *Articulatio crico-arytaenoidea* und innerem Schildknorpelwinkel gezogenen Linie begrenzt wird; in die Ventrikularregion, welche konkav, nach aussen und oben ausgeschweift, nach hinten von der *Cavitas arytaenoidea*, nach vorn von der Ausbreitung der Insertionen des *M. thyreo-aryt.*, nach aussen von einer schiefen, zwischen der äussern Partie der *Cavitas aryt.* und den Insertionen des *M. thyreo-aryt.* gezogenen Linie, und nach innen von den Glottislippen begrenzt ist; und in den freien von den Lippen der Glottis gebildeten Rand.

Schröpfkopf, auf, bildete einen arrondirten Bauch, der einem ähnlichen, auf der andern Seite gebildeten Bauche entgegen kam, sich ihm anlehnte (*s'y accolait*), verschwand, dann wieder sich bildete u. s. w.; jedes Erscheinen der Bäuche entsprach einer Vibration. Je energischer der Luftstrom, desto voluminöser die Bäuche. Nach oben mit dem freien Rand der Stimmbänder vereinigt (*confondus*), erschien ihre hervorragendste Stelle in der Mitte dieser Bänder, d. h. näher der vordern, als der hintern Portion der Glottis; von da aus dachten sie sich gegen die Enden der Glottis mit zwei Abfällen (*pentes*) von ungleicher Länge ab. In der ganzen Stimmmembran schienen die Vibrationen isochronisch zu sein. — Die Tonabstufung geschieht nach B. behufs der Zunahme der Schwingungszahl durch allmäliges Aneinanderlegen der Stimmfortsätze und (für die obere Oktave des Brustregisters) auch durch Längenspannung der Stimmbänder, wie wir bereits oben (S. 88. 89) angeführt haben. Demnach ist er wenigstens nicht so rigoristisch verfahren, wie Garcia, welcher die im Spiegel deutlich genug erkennbare Längenspannung der Stimmbänder ganz übersehen hat. Auch die successive, Erhöhung der Schwingungszahl bezweckende Verengung der phonischen Glottis hat Bataille etwas besser beobachtet, als Garcia; nur stellt er hier in Bezug auf die verschiedenen Höhezonen der Ary-Knorpel Unterschiede des Mechanismus auf, die mir bisher unbekannt geblieben sind und wohl auch bleiben werden, da sie in der Natur des menschlichen Kehlkopfs nicht begründet sind. Es genügt vorläufig, zu wissen, dass der von der untern bis zur obern Grenze dieses Registers successiv zunehmende Kontraktionszustand der Schliessmuskeln der Glottis, wenigstens bis zur Mitte des Registers, mit der Längenspannung der Bänder Hand in Hand geht, aber auch noch ausserdem dem mit der Tonhöhe wachsenden Seitendruck der die Glottis durchstreichenden Luftsäule Stand

halten muss. In Folge der noch sehr unvollständigen Verkürzung des *M. ary-arytaenoideus* steht das Ventil auf der tiefsten Stufe des Brustregisters offen, um, bis zur Erreichung der Mitte des letztern, sich bis zur luftdichten Spalte zu schliessen; ausserdem müssen die *Mm. crico-arytaen. laterales* und die *Thyreo-arytaenoidei externi* fortwährend dem Seitendruck des Luftstroms antagonisiren, am meisten also bei dem höchsten Tone, weil für denselben die Bänder sowohl, als auch der Luftstrom, am stärksten gespannt sind.

Endlich haben wir noch die Frage, wodurch die Bruststimme in letzter Instanz gebildet wird, zu erledigen.

Die Stimmbildung, sagt Garcia, geschieht durch Kompression und Expansion der Luft oder durch die successiven und regelmässigen Explosionen, welche sie beim Durchgange durch die Glottis macht. Die unter der geschlossenen Stimmritze verdichtete Luft durchbricht die Bänder, expandirt sich (explodirt), worauf durch Rückschwung der Bänder neue Verdichtung folgt u. s. w., welche Theorie, evident für die Flöten, die Sirene u. s. w., noch nicht auf die Glottis angewandt worden sei [s. jedoch Joh. Müller's Physiologie II, 174, und W. Weber in Poggendorff's Annalen XVI, 421]; in Erwägung also, dass die Stimmbänder an und durch sich keinen Ton geben können [?!], müssen wir annehmen, dass die Töne, welche die kombinierten Bänder geben, nur durch die Explosionen der durch ihre Stösse bewegten Luft bewirkt werden u. s. w. Als das andere notwendige Element der Tonbildung bezeichnet G. den Druck der Luft, durch welche Kraft die Intensität der Töne erhalten werde; letztere hänge von der zu jeder scharfen Explosion gehenden Luftquantität ab; bei einer solchen Explosion schliesse die Glottis sich selbst nach jeder Vibration, während bei den Falsettönen die Luft in zusammenhängendem Strome durchgehe.

Garcia ist hier wiederum von einem falschen Vordersatz ausgegangen, indem er¹⁾ behauptet, dass die Stimmbänder für sich keinen Ton zu geben vermöchten. Dass aber dem nicht so ist, habe ich in meiner Anthropophonik²⁾ hinreichend

1) Leider hat er auch Nachtreter gefunden, z. B. Moura-Bourouillou. S. dessen Schr. S. 74.

2) S. 269. 270. 277. 293. 348. u. an vielen andern Stellen

gezeigt. Die Stimmbänder verhalten sich in dieser Hinsicht ganz so, wie die elastischen gespannten Saiten, von welchen doch wohl noch Niemand im Ernst behauptet hat, dass sie durch ihre Eigenschwingungen nichts zu dem Tone, der bei ihrer Vibration gehört wird, beitrügen. Allerdings versteht es sich dabei von selbst, dass die Vibrationen der Stimmbänder wiederum dadurch, dass sie als Pulsatoren, als Schlagwerkzeuge auf die durch die Glottis fahrende Luft wirken, wobei, wie Garcia richtig hervorhebt, die Glottis nach jeder Vibration momentan vollständig geschlossen wird, neue Tonerreger abgeben, indem sie eine isochrone Succession von Verdichtungen und Verdünnungen des Luftstroms hervorrufen. Die Luft hat also bei den Tonvorgängen der Bruststimme eine doppelte Funktion: sie wirkt erstlich dadurch, dass sie die Stimmbänder in Schwingungen versetzt, als mechanischer Erreger des Primärtons, und dadurch, dass sie bei ihrem Ausfahren aus der Glottis durch die Schläge, welche die tönend-schwingenden Bänder ihr versetzen und durch die Unterbrechungen, welche dabei ihr Strom fortwährend erleidet, in stehende Schwingungen (Verdichtungswellen) versetzt wird, als zweiter, accessorischer Tonbilder, welcher Ton (Luftton) sich mit dem primären oder dem Bänderton verbindet, und so dem akustischen Phänomen, welches aus dem Kehlkopf emporsteigt, die Klangfülle giebt, die unser Ohr am Brusttone vernimmt. Ueberhaupt giebt es in der Natur keinen einfach gebildeten Ton, immer wirken mindestens zwei Tonerreger zusammen, wenn auch der eine oft sehr zurücktritt; es würde uns aber zu weit führen, wenn wir dieses Gesetz hier weiter nachweisen und verfolgen wollten.

Die Schwingungszahl der Brusttöne wird nicht durch successive Aliquot-Verkürzung der Stimmritze und Stimmbänder, wie Garcia meint, sondern durch zunehmende Spannung der die Glottis bildenden Organe, so wie der

durchstreichenden Luft erhöht, und durch den umgekehrten Mechanismus vertieft. Aus meinen laryngoskopischen Beobachtungen und Messungen geht hervor, dass zur Erzielung der höhern Stufen des Brustregisters die Kräfte, welche die Längenausdehnung der Stimmbänder bewirken, wenn auch nicht weniger in Anspruch genommen werden, doch ein weniger sichtbares Resultat zur Folge haben, als wir es bei Erhöhung der tiefern Stufen beobachteten (S. Fig. 11—13), dass also gleichzeitig offenbar die steigenden Spannungsgrade der Kompressionsorgane der Glottis und der Luftsäule selbst in vorwiegende Aktivität treten. Jedenfalls ist die phonische Glottisweite auf dem höchsten Brustton auf ihr mit der Erzeugung guter Töne überhaupt noch verträgliches Minimum gekommen, die Luft strömt daher hier mit dem höchsten Intensitätsgrade durch, der bei diesem Register möglich ist, und der Seitendruck, den die so gespannte Luft ausübt, muss durch eine entsprechende Kontraktionskraft der die Stimmfortsätze zusammenhaltenden Muskeln balancirt werden. Wir wissen aus verschiedenen anderweitigen Versuchen, dass unter diesen Umständen die Glottis bei einer Länge stehen bleiben kann, die 4 bis 5 Stufen unter der obern Grenze des Brusttonregisters liegt, und in der That vermag ich für die obersten Töne meines Brustregisters, wenn sie rasch hinter einander angegeben werden, keine weitere Längenzunahme der Stimmbänder zu konstatiren. Nur wenn ein hoher Ton lange ausgehalten werden soll, bemerke ich eine Zunahme der Glottislänge, welches Mittel offenbar dazu dienen soll, das Detoniren, was sonst wegen Abnahme des Luftfonds leicht eintreten kann, zu verhüten. Daher darf der Sänger dies nicht auf seinem höchsten Brusttone versuchen, denn sobald er diesen längere Zeit zu halten versucht, muss er herunterziehen, weil er seine Muskeln behufs der Haltung des Tones nicht weiter zu kontrahiren vermag. Werden mehrere solcher hoch

liegender Töne in langsamem Tempo längere Zeit nach einander gesungen, so tritt eine Ermüdung, d. h., physiologisch ausgedrückt, eine Erweichung der betreffenden Muskeln ein, bei welcher sie sich für nächste Zeit nicht mehr so weit kontrahiren, also auch nicht mehr so viel leisten, nicht mehr so hohe Töne erreichen lassen können, als anfangs. Das sind alte, namentlich dem Baritonisten, wenn er Tenor zu singen versucht, aus eigener, fühlbarer Erfahrung wohlbekannte, aber ihrem eigentlichen Wesen nach bisher wohl noch nicht auf ihre Ursachen zurückgeführte Erscheinungen.

Ueber die besondern Muskelaktionsverhältnisse, besonders die des *M. thyreo-arytaen. internus* (*M. vocalis*) können wir erst sprechen, wenn wir die Erscheinungen des Falsetregisters begriffen haben werden.

Der Vollständigkeit wegen möge hier noch Moura-Bourouillou's Ansicht über den Mechanismus der Brusttöne Platz finden¹⁾. Bei der Emission der schwachen [soll wohl heissen: tiefen] Töne des Brust- oder Falsetregisters [?] sieht man die Stimmbänder in ihrer ganzen Länge schwingen: diese Schwingungen sind breit und leicht zu distinguiren. Die Stimmbänder berühren sich nur mit ihren Extremitäten [?], und ihre Spannung ist eine mässige. Je weiter die Tonhöhe steigt, desto mehr treten die Bänder von hinten nach vorn in Kontakt und ihre Spannung vermehrt sich. Endlich (*peu à peu*) berühren sich die Bänder in ihrer ganzen Ausdehnung, und ihre schwingende Partie vermindert sich ebenso der Länge als der Tiefe nach. Auf den höchsten Noten [Brust oder Falset?] angelangt, ist die Glottis hermetisch geschlossen. Die obern Stimmbänder sind einander sehr genähert, das Ostium laryngis sehr verengt und gehoben, und die Töne entweichen durch einen sehr engen Raum. Dieser Zustand des Kehlkopfs ist schon der Anfang seines Verschlusses bei der Deglutition [?]. — Die Garcia'sche Participirung der Stimmfortsätze an den Stimmbänderschwingungen hat auch M.-B. nie gesehen; doch stimmt er mit G. darin überein, dass im Moment, wo die Stimmfortsätze aufhören, sich an den Schwingungen zu betheiligen, ein Registerwechsel eintrete. Namentlich citirt er den Satz: je nachdem die Glottis sich verengt oder öffnet, werden die Töne heller oder dunkler. — Ebenso, wie Garcia, glaubt auch M.-B. bei der Skala (Gam-

1) A. a. O. S. 75.

me) gesehen zu haben, dass die geschlossene Portion der Glottis in dem Maasse grösser [länger?] wird, als die offene kleiner; dabei sah er auch, aber nur während der Falsettöne, eine deutliche Faltung auf der hintern Portion der Glottis, die mit der Schwingungszahl zunehmen soll. Hinsichtlich der anatomischen Grundlagen der Stimmbildung folgt er fast ganz den Angaben Garcia's. — Nach seinen Beobachtungen nimmt die vordere Apophyse des Ary-Knorpels an den Schwingungen der Stimmbänder nur dann Theil, wenn diese nicht stark gespannt sind. Er wagt zwar nicht, Garcia's Theorie in Zweifel zu ziehen, nennt sie aber inkomplet, ohne jedoch Gründe dafür anzuführen.

bb) Falsettöne. Vergleichung beider Register.

Die sichtbaren Phänomene bei der Falsettonbildung sind, wie sie uns im Kehlkopfspiegel dargeboten werden, folgende. Der Toneinsatz kann zwar mit vollständigem Glottisschluss geschehen, geschieht aber gewöhnlich mit einer Spaltöffnung der Bänderglottis, wobei jedoch die Glottis cartilag. stets geschlossen ist. Letztere ist auch bei der Tonbildung immer geschlossen, selbst auf den tiefsten Falsettönen. Dieser von den Mm. crico-arytaenoidei laterales und dem M. ary-arytaenoideus und dessen schiefen Hilfsbündeln bewirkte Schluss theilt sich bei aufsteigender Skala den Stimmbändern successiv mit, welche sich, je höher der Ton steigt, in um so grösserem Längenbetrage, und zwar etwa bis zu ihrer halben Länge, so aneinanderlegen, dass sie von der expirativen Luft nicht getrennt werden, also, so weit sie gegeneinander gedrückt sind, an der phonischen Glottis keinen Theil nehmen. Die hintere Hälfte der Glottis bildet auf dem höchsten Falsettone eine etwas erhabene, durch die Druckinjektion roth gefärbte Linie oder Leiste. Auch bei der Tonschwellung werden die Bänder stärker zusammengedrückt. Die ganze Area glottidis wird beim Toneinsatz etwas convex, d. h. die Stimmbänder geben dem von unten kommenden Luftdrucke mehr nach und werden von ihm etwas aufgetrieben, was auf dem parallelen Brustton nicht stattfindet. S. w.

u. unter „Jodeln“. Die phonische Glottis erscheint bei der Phonation geöffnet, schwarz, weil bei den Rekursionen die Bandränder einander nicht berühren (Fig. 14). Die Schwingungen sind nämlich sehr klein, nur auf die Ränder beschränkt, und erscheinen nur auf den tiefern Tönen, aber nicht bei Tonverstärkung, von einiger Exkursionsweite, die jedoch der der Brusttöne, selbst der piano gegebenen, immer noch sehr nachsteht. Von *a* stufenweise nach *e* herabsteigend, hebt sich die Hinterwand der Ary-Knorpel von der Pharynxwand allmählig ab, bis auf *e* fast die ganze Hinterwand der Knorpel sichtbar geworden ist, fast wie bei einem absichtlichen Molimen ad ructum. Diese Bewegung der Ary-Knorpel findet beim Herabsteigen zum tiefsten Brusttone nicht statt; sie scheint von Relaxirung der *Mm. arytaenoidei et cricopharyngei* bei gleichzeitiger Kontraktion der *Mm. sternothyreoidei* und *sternohyoidei* abzuhängen. Steigt der Ton dagegen aufwärts, so wird die Arytaena (d. h. beide Ary-Knorpel, wenn sie sich zusammengelegt haben) allmählig immer mehr rückwärts gezogen, bis sie auf dem Tone $\bar{d}$ oder $\bar{e}$ stehen bleibt und von da keine Ortsveränderung mehr zeigt (Fig. 15). Durch diesen Zug nach hinten, der hauptsächlich von der Kontraktion der *Mm. arytaenoidei* und *laryngopharyngei* bewirkt wird, wird ein grösseres Stück der Stimmfortsätze sichtbar gemacht. Ausserdem werden aber die Stimmbänder behufs der Tonerhöhung auch etwas nach vorn ausgedehnt, was ich ausser dem Muskelphänomen an der obern Halsgegend¹⁾ auch daraus schliesse, dass der Sinus pyriformis sich beim Aufsteigen von *a* bis $\bar{a}$ erweitert und etwas verlängert und auch der sichtbare Theil des Schildknorpels eine in gleichem Sinne stattfindende Bewegung macht. Deutlicher ist die Kontraktion der Pharynxmuskeln einschliesslich der *Mm. palatopharyngei* bei der

1) Genaueres darüber s. Anthropophonik. S. 623 ff.

Erhöhung der Falsettöne. Die Epiglottis verhält sich im Allgemeinen, wie bei den Brusttönen, steht nur caet. paribus etwas höher, so dass man besser in die Kehlkopfhöhle sehen kann. Bei Amphotertönen scheint die Glottis auf Fistel etwas kürzer zu werden, auf Brust länger: die Epiglottis steht dabei auf Falset höher, auf Brust tiefer.

Dies sind etwa die Beobachtungen, die ich mit Hülfe des Spiegels über die Falsettöne an meinem eignen Organe gemacht habe.

Garcia's Beobachtungen weichen wiederum von den meinigen etwas ab. Namentlich behauptet er, dass auch beim Falset, von dessen unterer Grenze an, die Glottis in ganzer Länge schwinde, dass sie mit Erhöhung der Schwingungszahl von hinten aus allmähig kürzer werde, bis sich bei a h die Stimmfortsätze nur noch mit ihren Spitzen betheiligten; auch sollen diese Noten eine ähnliche Schwankung zeigen, wie die entsprechenden des Brustregisters. Von den Noten $\bar{c}$ is $\bar{d}$ an sollen sich nach G. nur noch die Stimmbänder beim Schwingungsmechanismus betheiligen und hiermit das Register der Kopftöne beginnen. Das Moment, wo die Aktion der Stimmfortsätze aufhört, bedinge bei der Frauenstimme eine sowohl dem Ohre als auch dem Organ selbst fühlbare Differenz. Endlich werde [auch] hier mit der Höhe des Tons die Glottis allmähig kürzer und enger. — Die Länge der Glottis, die zur Bildung einer Falsetnote nöthig ist, übertreffe immer die zur Bildung des unisonen Brusttons erforderliche. Die Bewegungen, welche die Glottisränder agitiren, sind auch [an Zahl] vermehrt und halten die vibrirende Oeffnung stets halb geöffnet, was natürlich eine grosse Luftverschwendung bedinge. Endlich sei der Betrag der elliptischen Oberfläche der Stimmbänder gegen eine gleichhohe Brustnote grösser. Alles dies zeige für den Mechanismus des Falsets einen Zustand von Relaxation, der beim Brustregister nicht in gleichem Maass vorhanden sei. —

Auch Moura-Bourouillou (S. 78) lässt den Garcia'schen Satz, dass jedes der beiden Register sich aus zwei Abtheilungen, einer mit Schwingungen der ganzen, einer mit Schwingungen der ligamentösen Glottis allein zusammensetze, unbedenklich stehen.

Demnach wäre mir vom Falsetregister überhaupt nur die obere Abtheilung, d. h. die Garcia'schen Kopftöne, be-

kannt geworden. Bis jetzt habe ich allerdings das Register noch nicht an andern Sängern und Sängerinnen explorirt, doch zweifele ich, dass mein Organ von dem Garcia's so wesentlich abweicht. Jedenfalls ist die Behauptung etwas gewagt, dass mit Eintritt der blossen Bänderschwingungen bei Frauenstimmen eine merkliche Differenz eintrete, da G. zu jener Zeit, wo er seine Beobachtungen niederschrieb, auch noch keine Frauen explorirt zu haben scheint. Dass auf Amphotertönen die Glottis für Fistel länger sein soll, als für Brust, ist schon aus theoretischen Gründen nicht wohl möglich; meine Beobachtungen haben bis jetzt das Gegentheil gelehrt. Ebenso wenig ist die Area glottidis bei Falset auf gleich hohen Noten grösser, als bei Brustmechanismus.

Sehen wir jetzt, was Bataille¹⁾ über das Falset beobachtet hat. Vom Brustton es aus, wobei die Ary-Knorpel sich hinten in ganzer Länge ihrer Apophysen und mit dem untern Drittel ihrer Innenflächen bis zur Berührung annähernten (*tout rapprochés*), und die Stimmbänder vollständig mit Schwingungsbäuchen vibrirten, sprang er plötzlich ins Falsetes über. Dabei wurde die Glottisöffnung elliptisch und hinten weiter (*augmentait en arrière*); die Schwingungsbäuche verschwanden auf jedem Intensitätsgrade des Tones, so lange er Falsetton blieb; die Längenspannung nahm ab; die Ventrikelregion der Bänder wurde von innen nach aussen durch eine seitliche Spannung (*traction*) sollicitirt, Ventrikelgegend und freier Rand fibrirten merklich, aber mit schmäleren Exkursionen; die Stimmfortsätze standen mit ihren Basen von einander ab, mit ihren Spitzen waren sie geschlossen; die Ligamm. ary-epiglottica waren mehr gespannt [trotzdem, dass die Längenspannung der Stimmbänder abgenommen hatte!], als bei Brusttönen; die Santorinknorpel drückten stark an-

1) Gazette hebdom. de medéc. 1861. No. 20.

einander, und die Schleimhaut trieb sich hinter ihnen und am äussern Rand des Knorpels bis zur äussern Fläche der Wände des Ostium glottidis auf, dieselbe äussere Fläche plattete sich ab, und die Mucosa der Sinus pyriformis spannte sich an. Die Stimmbänder sind also, schliesst er, nicht nur ihrer Länge, sondern auch ihrer Breite nach gespannt. Sie schwingen nur mit dem freien Rande und ihrer Ventrikelgegend, nicht mit ihrer untern (subglottischen) Region. Die Glottis ist mehr oder weniger elliptisch, je nach dem Subjekt, der Natur der Stimme und ihrer Befähigung, und nach der Tonstufe. Behufs der Tonerhöhung verengt sich die Glottis von hinten nach vorn bis zum f — a bei Bass, $\bar{g}$ — $\bar{h}$ bei Tenor, $\bar{d}$ — $\bar{f}$ bei den Frauen, umgekehrt bei Tonvertiefung; es werden ferner die Stimmbänder gradatim in ihrem freien Rand und ihrer Ventrikulargegend gespannt, besonders in die Länge, aber weniger, als beim Brustregister. Die weitere Tonerhöhung von jenen Grenzen aus geschieht wie beim Brustregister. Die Ary-Knorpel verlieren bei jenem Schluss ebenso an Schwingungsfläche. Die Apposition der Knorpel ist fast Null im untern Drittel ihrer Innenflächen, sehr markirt dagegen von ihrer Spitze an bis etwas unter den obern Rand der Apophyssen. Die Taschenbänder vibriren bei starken Tönen mit, das Vestibulum glottidis nimmt in allen Dimensionen, namentlich bei Timbre clair ab, die Hinter- und Seitenwände desselben redressiren sich, und auf letztern hebt und spannt sich die Schleimhaut bis in die Sinus pyriformes hinein. Die Ligg. ary-epiglottica werden mehr, als auf Brusttönen, gespannt und in der Tiefe (en bas) sollicitirt. Bei den tiefern Falsettönen ist die Knorpelglottis weit geöffnet; dieselben klingen aber schlecht, erst bei Beginn der Affrontirung werden sie sonorer.

Nach meinen bisherigen Beobachtungen scheint das Wesentliche des Fistelmechanismus in Folgendem zu bestehen.

1) Die tongebenden Schwingungen werden bei spaltförmiger Glottis in dem scharfen Rande (der obern Zone) der Stimmbänder und in dem die Glottis durchstreichenden Luftstrom in derselben Weise erzeugt, wie im ausgeschnittenen Kehlkopf bei dem von mir aufgestellten fünften Register desselben¹⁾, dergestalt, dass der Ton vorzugsweise durch die Luftschwingungen, weniger durch die Zungenschwingungen zu Stande kommt.

2) Durch die zum Anspruch erforderliche Lufttension darf die Vis a latere, durch welche die Stimmbänder an ihrer hintern Insertion zusammengehalten werden, nicht überwunden werden, selbst auf den tiefsten Stufen dieses Registers nicht, daher ist und bleibt das „Ventil“ auf jeder Stufe desselben geschlossen.

3) Die Erhöhung des Tons geschieht hier wesentlich durch successive Verkürzung der mässig gespannten Glottis ligamentosa von hinten aus in ähnlicher Weise, wie bei den Saiten der Streichinstrumente. Aus diesem Grunde darf auch die Längentension der Bänder der die Stimmfortsätze komprimirenden Vis a latere nicht äqual sein, dergestalt, dass sie die Juxtaposition der Bänder, die von hinten aus angestrebt wird, unmöglich machte; sie muss sich vielmehr in ein solches Verhältniss zur Lufttension stellen, dass auf jeder Tonstufe eine möglichst gleiche Menge Luft durch die Stimmritze geführt wird, deren Geschwindigkeit natürlich mit der Grösse der Ritze in umgekehrtem Verhältniss steht. Beim Schwellen des Fisteltons nimmt die Längentension und die Exkursionsweite der Bänderschwingungen entsprechend ab, der von den Schliessmuskeln der Glottis ausgeübte Seitendruck und die Lufttension in gleichem Verhältniss zu.

4) Ebenso wenig, ja wie es scheint noch weniger, als

¹⁾ Anthropophonik. S. 538 ff.

die Längenspannung der Stimmbänder behufs der Tonerhöhung zunimmt, nimmt auch die Tension des *M. vocalis* zu, der schon aus dem Grunde nicht aktiv gespannt sein darf, damit die Ausschweifung der Stimmbänder, welche zum Falset unbedingt nöthig ist, erhalten bleibe, und ausserdem deshalb erschlafft sein muss, damit die Kompressionskraft der Schliessmuskeln der Glottis ihren Einfluss ungehindert auf die hintere Portion der Glottiswände erstrecken könne. Begünstigt wird dieser Mechanismus durch die mittels der Kontraktion des *M. thyreopharyngeus* bewirkte Zusammendrückung der Schildknorpelflügel.

5) Ueberhaupt ist der Längenbetrag der Stimmbänder auf dem ganzen Falset ein mittlerer, wenig über den phonischen Nullpunkt der Bänderspannung sich erhebender, der auch wenig (bei den höchsten Falsettönen) über- und (bei den tiefsten) unterschritten zu werden scheint.

Vergleichen wir diesen Mechanismus des Falsets mit dem des Brustregisters, so stellt sich etwa folgender Unterschied heraus.

Beim Brustregister ist die phonische Glottis beim Tonsatz linienförmig, beide Glottisränder bilden eine gerade Linie, bei jeder Rekursion wird die Linienform der Glottis momentan hergestellt. Es muss daher der *M. vocalis* aktiv gespannt sein, weil sonst dessen Fasern krumm bleiben würden.

Beim Falsetregister ist die phonische Glottis beim Tonsatz spalt- oder lanzettförmig, die Glottisränder bilden krumme Linien, die auch bei den Rekursionen nicht gerade werden. Der *M. vocalis* ist also aktiv nicht gespannt.

Bei Brusttönen vermag die Luft unter den angegebenen Verhältnissen mit stärkerer Druckkraft auf die Stimmbänder zu wirken, und sie in völligeren Schwingungen zu versetzen, als bei Falsettönen, wo sie wegen der fortwährend offen stehenden Glottis nur wenig Druckkraft auf die Bänder ausüben kann. Daher der Unterschied im Bänderschwingungsmecha-

nismus, daher auch der permanente Schluss der Knorpelglottis beim Falset, ohne welchen die Luft noch mehr an Tension und bewegendem Einfluss auf die Bänder verlieren müsste. Beim Brustregister dient das Offenstehen der Glottis cartilag. offenbar zur Tonvertiefung, insofern zu Erzeugung der tiefern Töne eine sonst nicht zu erzielende Abminderung der Lufttension erforderlich ist, während diese Oeffnung als glottisverlängerndes Moment den Ton gar nicht, in seiner Eigenschaft als Ventil nur um $\frac{1}{2}$ Stufe vertiefen kann.¹⁾ Wir kommen übrigens später, wenn wir vom Jodeln sprechen werden, auf diese Unterschiede der beiden Register zurück. Vergl. auch Fig. 11—13 (Brustregister) mit 14—16 (Falsetregister).

Zur Tonabstufung wird beim Brustregister zunächst und zumeist Spannung und Abspannung der Stimmbänder und des dieselben reibenden Luftstroms verwendet, beim Falset giebt die Bänderglottis bei einem mittlern Spannungsgrade den tiefsten Falsetton, wenn sie in ganzer Länge offen steht, die höhern Töne werden zumeist durch successive Dämpfung oder Schwingungsunfähigmachung kleiner oder grösserer Stücke der Bänder hervorgebracht.

Wir müssen hier abermals auf Garcia's Abhandlung zurückkommen, um ihn auch in seiner Eigenschaft als Anatom kennen zu lernen, und zu erfahren, wie er seine anatomischen Befunde zu verwerthen versteht. Seine Angaben lauten, wie folgt.

Nach Wegnahme des einen Schildknorpelflügels und des dünnen Muskels, der dem obern Glottisbande entspricht²⁾, scheinen alle Fasern, welche die Muskelfläche darbietet, von zwei entgegengesetzten Sammelpunkten abzugehen, der Vorderfläche des Giesskannenknorpels und dem innern Win-

1) Harless a. a. O. S. 567. 678.

2) Diesen Muskel habe weder ich, noch hat ib'r Moura-Bourouillou (a. a. O. S. 68) aufzufinden vermocht.

kel des Schildknorpels. Diese Centra, an den Enden einer [in die Breite gezogenen] Diagonale befindlich, schicken ihre Fasern einander in paralleler Richtung zu. Die von der Vorderfläche des Giesskannenknorpels abgehenden steigen schräg abwärts, die am meisten äussern derselben inseriren sich am Rande des Ringknorpels hintern Theils, die am meisten innern an der Stimmmembran [dem Stück der elastischen Kehlkopfsauskleidung zwischen Stimmband und Ringknorpelrand], die sie allenthalben, mit Ausnahme ihrer Portio cricothyreoidea, bedecken: diese an der Stimmmembran endenden Fasern werden nach innen zu allmählig länger. Die vom Schildknorpelwinkel abgehenden Fasern steigen theils schief aufwärts zur Spitze des Giesskannenknorpels, theils divergiren sie, um die Ventrikelwände zu bilden und oft sich in die Plica ary-epiglottica und selbst unter der Epiglottis zu verlieren. — Nimmt man die ganze Muskelfläche lagenweise nach innen vordringend weg, so gelangt man endlich zu einem dicken Bündel mit lauter horizontalen Fasern, welche die äussere Fläche des Stimmbands in eine Falte austreiben und sich vom Stimmfortsatz zum Schildknorpelwinkel begeben. Hinten wird dieses Bündel vom M. cricoarytaen. lat., vorn zur Hälfte von den divergirenden, vom Schildknorpel abgehenden Fasern bedeckt. Nimmt man diesen Muskel schichtenweise weg, so findet man dessen Fasern nicht alle gleich lang: die längern verschwinden zuerst, worauf nach innen zu allmählig kürzere folgen; alle kommen aber aus der vordern Höhlung [vorhin: vom Stimmfortsatze] des Giesskannenknorpels, und begeben sich, je länger sie werden, zu allmählig um so weiter entfernten Stellen des Stimmbandes. Daher ist das Bündel hinten dicker, als vorn. Demnach wird das Stimmband von den horizontalen, die Stimmmembran von den schiefen Muskelfasern regirt, während die vom Schildknorpel divergirenden Fasern nur auf die obern Glottisbänder und Membranen Einfluss haben, also nur das Timbre und Volumen des Tones modificiren. Indem so die horizontalen Fasern, nach aussen immer länger werdend, allmählig ihren Einfluss weiter vorn liegenden Punkten der Stimmbandränder mittheilen, vermindern sie die Länge der schwingenden Partie und steigern die Tension und Schnelligkeit der Bewegungen. Der [innere Theil des] M. cricoarytaen. lat.¹⁾, bei ähnlicher Faser-Disposition, spannt und erhebt die Stimmmembran in ebenso fortschreitender Weise, bewirkt, dass die Bänder, je höhere Töne sie geben, mit desto geringerer Tiefe in Kontakt kommen, und vermehrt so ihre Beweglichkeit [die Schnelligkeit ihrer Bewegung]. Die Rotationsbewegung, welche die äussern Fasern des

1) Stratum ary-syndesmicum Musculi crico-thyreoaryt. (mihi).

M. cricoarytaen. lat. dem Giesskannenknorpel mittheilen, verhindert, den Stimmmembranen mehr Tiefe gebend, die volle Entwicklung dieser Vorgänge, und giebt so zur Bildung des Brustregisters Anlass. Der M. cricothyreoid. trägt dagegen wesentlich zur Erhöhung des Tones bei. Er spannt sowohl das Stimmband als auch die Stimmmembran [in die Länge, relaxirt letztere aber in die Breite]. Besonders merklich ist die Annäherung beider Knorpel, wo die membranöse Glottis allein die Töne $\bar{c}$ $\bar{d}$ und die Kopftöne $\bar{c}$ $\bar{d}$ bildet, nur dass beim Kopfreger die Annäherung lebhafter und vollständiger ist, als beim Brustregister. — Wenn man einen Brustton erzeugt, so fühlt man an der hintern Partie der Glottis ein Zusammenkneipen (pincement), um so stärker, je höher der Ton ist. Dieses Kneipen scheint von breitem Flächen bewirkt zu werden und kann sehr peinlich werden, während die Falsettöne, wenn sie höher gehen, als das Brustregister, vergleichungsweise eine Erleichterung an derselben Stelle wahrnehmen lassen, wobei die sich berührenden Flächen sich verschmälert zu haben scheinen. Diese Sensationen mit den anatomischen Resultaten zusammengehalten, lassen folgenden Mechanismus der Register als wahrscheinlich erscheinen. Wenn die Mm. arytaenoidei ihre Knorpel gekoppelt und die Glottis geschlossen haben, so wird die Stimme im Brust-, Falset- oder Kopfreger ertönen, je nachdem die Fasern des M. cricoarytaen. lat. eine aktive oder passive Rolle spielen. Dieser Muskel giebt nämlich dem Giesskannenknorpel eine Drehung, welche die Stimmfortsätze enger zur Berührung bringt. Dieser enge Kontakt nun, der noch fortdauert, wenn auch die Stimmfortsätze nicht [mehr] bei den Pulsationen theiligt sind, letztere vielmehr ausschliesslich von den Bändern vollzogen werden [muss dies aber nicht sofort geschehen, wenn die Mm. arytaenoidei ihre Knorpel gekoppelt und die (hintere) Glottis geschlossen haben, und dabei auch die cricoarytaen. laterales die Stimmfortsätze „enger zur Berührung gebracht haben“?], giebt den Stimmbändern eine tiefer gehende Spannung, welche ihre Berührungsfläche vergrössert und nothwendig auch den Widerstand vermehrt, den sie der Luft entgegensetzen. Nach dem Umfange dieses Widerstands richtet sich die Weite und Kraft, welche die Töne des Brustregisters auszeichnet, so wie die Lage der ihnen zukommenden Oktave. Daraus erklärt sich die Trägheit der Schläge der Glottis und die tiefe Stufe der Töne, die selbst bei den höchsten Tenorstimmen mindestens eine Oktave unter den Kopftönen der gewöhnlichen Soprane liegt. — Wenn dagegen die Mm. cricoaryt. lat. in passivem Zustande verbleiben, so bildet sich das Falsetregister. Die Lippen der Glottis, durch die horizontalen Fasern des M. thyreoaryt. angespannt, stos-

sen gegeneinander mit Rändern, die gleichzeitig von den Bändern und von den Apophysen [trotzdem, dass dieselben „gekoppelt“ sind, s. oben] gebildet sind, und setzen der Luft weniger Widerstand entgegen. Daher geht viel von derselben verloren und der Ton wird weich. Sobald aber die höchsten Töne ($\bar{c} - \bar{d}$) erreicht sind, werden die Schwingungen nur noch von den Bändern ausgeführt, und es erfolgt der Uebergang in das Kopfre-gister. Aus der Bewegung der Stimmbandränder lässt sich schliessen, dass dabei die Stimmmembran aufgehoben und verdünnt ist, folglich die innern sich an dieselbe setzenden Muskelfasern sich kontrahiren, während die äussern Fasern, welche dieser Bewegung hinderlich sein könnten, unthätig zu bleiben scheinen. Dann [erst?] findet auch die sehr merkliche Tension statt, welche der M. cricothyr. auf die Stimmbänder ausübt und welche die Schnelligkeit der Schwingungen noch vermehrt. So sind also die Stimmbänder beim Brustregister gespannt und treten in der ganzen Tiefe der Stimmfortsätze in Berührung, während beim Falsetregister die Ränder dieser Bänder allein sich spannen und berühren.

Was die in diesem Exposéé enthaltenen anatomischen Irrthümer anlangt, so haben dieselben bereits in meiner Anthropophonik¹⁾ ihre Widerlegung gefunden. Jedenfalls hat Garcia durch die eigenthümliche Anordnung, die er den Fasern des M. vocalis andichtet, die von hinten nach der Mitte zu gehende Verkürzung der Glottis bei den Falsettönen erklären zu können geglaubt, doch ist ihm nicht einmal dies gelungen. Denn bei dieser Annahme könnte die Stimmritze nur bei Unthätigkeit des M. vocalis geschlossen sein, wobei jedoch immer noch eine vis a latere zu diesem Zwecke wirken müsste, während bei fortschreitender Verkürzung der Fasern dieses Muskels offenbar sich zuerst die vorderste Partie der Stimmritze öffnen und allmähig sich diese Oeffnung bis zu den Spitzen der Stimmfortsätze erweitern müsste, dergestalt also, dass gerade bei höchster Verkürzung dieses Muskels die Glottis ligamentosa vollständig geöffnet wäre, eine Annahme, die doch keineswegs im Sinne Garcia's ist. Ferner ist es physiologisch unmöglich, dass zwei anatomisch innig

1) S. 143 ff.

mit einander verbundene Muskelbündel, wie das Stratum crico-arytaenoideum und Str. ary-syndesmicum (äussere und innere Lage des crico-arytaen. lat. nach Garcia) in ein so entgegengesetztes Verhältniss zu einander treten sollten, dass während das eine Bündel gespannt ist, das andere erschlafft sei. Beide Bündel müssen wohl stets mit einander in gleicher Weise thätig sein. Drittens widerspricht sich Garcia hinsichtlich der Thätigkeit des M. crico-arytaen. lat. Einmal sagt er, sie wäre bei beiden Registern vorhanden, sobald die obere Abtheilung derselben eintritt (die höhern Töne des einen oder andern Registers erzeugt werden sollen), das andere Mal sagt er, sie fehle oder scheine zu fehlen beim Falset, weil sie der hier nöthigen Aktion der innern Fasern (Str. ary-syndesmicum) hinderlich sei. Viertens vermag der M. cricoarytaen. lateralis dadurch, dass er die Spitzen der Ary-Knorpel zusammenbringt, die Stimmbänder nicht in grösserer Tiefe, mit mehr Wandfläche, in Kontakt zu bringen: dies ist einer andern Muskelaktion vorbehalten. Wir sehen also, dass sich Garcia auf dem ihm nicht recht heimischen Gebiete, das er zu betreten wagte, etwas verlaufen hat, und dass seine Theorie der Stimmregister unmöglich die richtige sein kann.

Auch die Theorie des Hrn. B a t a i l l e beruht zum Theil auf irrigen Vordersätzen und auf Verkenennung wesentlicher Elemente. Was er mit seiner Annahme eines verschiedenen Mechanismus der Juxtaposition der beiden Ary-Knorpel bei den verschiedenen Registern eigentlich für die Theorie dieser letztern bezweckt, ist mir bis jetzt noch nicht recht klar geworden. Ich sehe überhaupt gar nicht ein, wie hier ein nur einigermaassen merklicher Unterschied möglich ist. Die Santorinischen Knorpel berühren sich bei allen Tonphänomenen, so gut und so weit sie können, es sind also die obern und mittlern Partien der Innenflächen der Ary-Knorpel gleichfalls bei allen Tonphänomenen in Kontakt, und die untere Partie, d. h.

die Stimmfortsätze, auf die es hier am Ende zumeist ankommt, können unter diesen Umständen sich bei dem einen Register nicht „in grösserer Tiefe“ gegeneinander legen, als bei dem andern, obwohl diese Annahme zur Erklärung der verschiedenen Schwingungsmechanismen der Stimmbänder recht wohl zu brauchen gewesen wäre. Ferner weiss er auch nicht recht mit dem Begriff „Spannung“ umzugehen, besonders, wo es sich um die weniger wesentlichen Organe des Kehlkopfs handelt. Wir haben am Kehlkopf fast nur dehnbar-elastische Organe: wo also von vermehrter Spannung eines Bandes u. dgl. die Rede ist, da muss dasselbe vor Allem verlängert sein. Das ist aber z. B. mit dem Lig. ary-epiglotticum beim Fistelregister in Vergleich zum Brustregister im Allgemeinen nicht der Fall: es ist vielmehr bei ersterem kürzer, als bei letzterem, folglich erschlafft, nicht gespannt. Dass die Knorpelglottis bei Fisteltönen im Allgemeinen, d. h. durchgehends geschlossen ist, halte ich neben dem Unterschiede des Schwingungsmechanismus der Stimmbänder für den wichtigsten Unterschied beider Register von einander: ich hoffe, dass weitere Beobachtungen diesen Satz bestätigen mögen.

Im Uebrigen hat Bataille den Kehlkopf weit genauer und richtiger beobachtet, als Garcia, auch sind seine anatomisch-physiologischen Erklärungen bis auf wenige Ausstellungen richtig, namentlich machte es mir Freude, dass er, wie es scheint, ohne mein Buch gelesen zu haben, den wichtigen Satz aus- (oder mir nach-) gesprochen hat: die ausgeschweifte Form der Stimmbänder beim Falset wird durch Relaxation des M. thyreo-arytaen. internus bedingt.

Vergleichen wir endlich die gegenwärtigen Ergebnisse unserer Beobachtungen und Forschungen mit denen, welche ich früher ohne Anwendung des Kehlkopfspiegels gefunden und in meiner Anthropophonik niedergelegt habe, so stellt sich der

Unterschied beider Theorieen als ein verhältnissmässig geringer dar, und wir gelangen zu der für mich sehr beruhigenden Ueberzeugung, dass die Autopsie das Meiste dessen, was ich ohne direkte Anschauung des Kehlkopfsinnern auf sogen. theoretischem Wege über den Mechanismus der Stimmbildung erforscht habe, in erfreulicher Weise bestätigt. Ich will die wesentlichen Ergebnisse meiner frühern Forschungen in Folgendem kurz zusammenstellen und dabei auf die die weitere Ausführung und Nachweisung enthaltenden Stellen meiner Anthropophonik verweisen.

Die Glottis cartilaginea ist bei allen normalen Tonphänomenen vollständig geschlossen (S. 643—645).

Bei den Brusttönen ist die Bänderglottis bei Einsatz des Tones und zu Ende jeder Schwingung momentan geschlossen (645. 658), der M. vocalis also aktiv (oder reaktiv) gespannt (691 ff. 695 ff.). — Die Stimmbänder schwingen in ganzer disponibeler Breite und Ausdehnung primär (692. 693. 718); die Luftsäule wird durch diese Schwingungen sekundär in Mitschwingungen versetzt (645. 662). Die Tonabstufung geschieht durch die verschiedenen Grade der Längenspannung der Bänder (670 ff. 678 ff.), bei gleichzeitiger antagonistischer Spannung des M. vocalis (690 ff.), proportionaler Tension der Luftsäule (719), Modificirung der phonischen Glottisweite (686 ff.), und angemessener Kontraktion der die Stimmfortsätze zusammenhaltenden Muskeln (709. 728 ff.). Auch das Ansatzrohr ist dabei nicht ohne Einfluss (734 ff.).

Bei den Falsettönen steht die Glottis unter obigen Verhältnissen offen (645. 659. 733); der M. vocalis ist aktiv oder den Längenzugsmuskeln reaktiv nicht gespannt (694. 705 ff.). Die Stimmbänder schwingen nur mit ihrer Randzone (705. 716. 717) und zwar scheinen diese Schwingungen sekundär durch die primären oder wesentlichern Luftwellen

gebildet zu werden (539. 733). Die Tonerhöhung geschieht durch Längenspannung der Stimmbänder (730. 717) bei bloss sphinkterischer Gegenwirkung des *M. vocalis* und der übrigen Strata des *M. crico-thyreoarytaen.* und aktiver Kontraktion des *M. ary-arytaenoides*, entgegen dem Seitendruck der Luftsäule (730 ff.), zu welchem Zwecke auch die Pharynxmuskeln, besonders der *M. thyreo-* und *cricopharyngeus* und *palato-pharyngeus* thätig sind (626. 629), und auch eine Aliquotverkürzung der schwingenden Glottis zu Stande kommt (730. 731).

Demnach habe ich in meiner Anthropophonik erstlich hinsichtlich der Funktion der Glottis cartil. geirrt, sodann habe ich auf die Verlängerung der Stimmbänder beim Falset durch die ohne erheblichen Antagonismus vor sich gehende Kontraktion des *M. cricothyreoideus* und seiner Gehülfen (717) zu viel Gewicht gelegt, obgleich ich dadurch einigermaassen mit der Beobachtung, dass der Kehlkopf auf der Falsetskala durchschnittlich weniger sich am Halse auf- und niederbewegt, als auf der Brusttonskala (617. 623. 625), in Widerspruch gerathen bin; desgleichen bin ich früher über den Einfluss, welchen der Kehildeckel auf die Tonabstufung ausübt, noch zu keiner bestimmten Einsicht und zu keinem klaren Ausdruck gelangt (s. oben S. 89); ferner habe ich, allerdings verleitet durch die Nothwendigkeit, bei den Experimenten mit todten Kehlköpfen den Giesskannenknorpeln eine länger dauernde feste Stellung zu geben, den Falsettonabstufenden, nach zweierlei verschiedenen einander ergänzenden Principien wirkenden Einfluss der Kompressionsmuskeln der Stimmfortsätze früher etwas zu wenig beachtet und bin eben dadurch veranlasst worden, dafür der Längenspannung der Stimmbänder einen zu grossen Einfluss einzuräumen.

Abgesehen von diesen, unter den obwaltenden Umständen wohl leicht verzeihlichen Unrichtigkeiten wird man mir doch hoffentlich so viel einräumen, dass die von mir in

meiner Anthropophonik aufgestellte Theorie der Natur, soweit wir bis jetzt mittels der neuen Hilfsmittel in dieselbe einzudringen fähig gewesen sind, näher gekommen ist, als irgend eine andere bisher aufgestellte, und dass selbst Garcia und Bataille mit ihren Kehlkopfspiegeln nicht so viel gesehen haben, als ich ohne denselben zu eruiren vermocht habe.

cc) Strohbass. Kehlbas. Knarrende und rauschende
Gutturallaute.

Wenn ich bei mässig hoch gestelltem Kehlkopf (um dadurch das sogenannte helle Timbre zu erzielen) von dem auf dem Vokal Ä gegebenen Tone e an bis zu den tiefsten Tönen herabsteige, so erscheint dabei im Kehlkopfspiegel anfangs die Glottis ligamentosa ziemlich eng geschlossen, die Stimmfortsatzspitzen in ziemlichem Umfange, etwa 2''' lang an einander gelegt, die Glottis cartilaginea auf einen engen Spalt verengt, der jedoch bei fester Tonhaltung auch wegfallen kann, so dass dieser Theil der Glottis geschlossen bleibt; bei den tiefern Tönen (d, c, H, A, G), wo der Klang des Tones sich allmählig verliert, verhält sich die Glottis cartilaginea, so weit sie sichtbar ist, ziemlich ebenso, selbst bei den tiefsten, nunmehr das Strohbassgepräge an sich tragenden Tönen, quillt der Trachealschleim in der bekannten Weise vor den Spitzen der Vokalfortsätze hervor, und die Stimmbänder werden, je tiefer der Ton, desto stärker gegen einander gepresst und zugleich durch Abspannung der die Glottis verlängernden Muskeln, dagegen durch Anspannung und Verkürzung des M. hyothyreoideus verkürzt. Zu dieser Verkürzung trägt noch wesentlich der Umstand bei, dass die Santorinischen Knorpel merklich nach vorn bewegt werden, was man am deutlichsten sieht, wenn man abwechselnd einen höhern Brustton und einen Strohbassston angiebt. Das weitere Ver-

halten der Stimmritze lässt sich nicht beobachten, denn die Epiglottis senkt sich in gleichem Maasse mit der Tonvertiefung über die Kehlkopfsapertur herab, und giebt dabei durch den Betrag, um welchen sie letztere nach hinten überragt, einen Maassstab für die Verkürzung der Stimmbänder ab. Ob letztere dabei aliquotisch in ihrem Schwingungsbetrage verkürzt werden¹⁾ lässt sich leider nicht beobachten. S. Fig. 17.

Demnach widerspricht keine dieser Beobachtungen der Theorie, welche ich von den Strohbassstönen in meiner Anthropophonik aufgestellt habe. Dort habe ich behauptet, dass ein tiefer Brustton dann das Gepräge des Strohbasses bekommt, wenn die Mm. vocales ohne allen Antagonismus seitens des M. cricothyreoideus und dessen Gehülfen sich bis auf ihr Brevissimum verkürzen, gleichzeitig die Kompressionsmuskeln der Stimmfortsätze in entsprechender Weise thätig sind, und durch die so hergerichtete Stimmritze ein Luftstrom von einer Tension getrieben wird, bei welcher er die ihrer Elasticität beraubten Glottiswände nicht mehr in gegenschlappende Schwingungen zu versetzen, sondern nur aufschlagende Schwingungen eines aliquoten Theils derselben zu Stande zu bringen vermag.²⁾

Desgleichen suchte ich auch die Phänome des von mir³⁾ sogenannten Kehlbasregisters (ein besserer Ausdruck wäre Hauchbass) im Kehlkopfspiegel sichtbar zu machen. Kehlbasstöne nenne ich die bis über die untere natürliche Grenze hinaus durch neue, den Normaltönen ungewohnte Mechanismen vertieften Brusttöne. Dabei steht die Glottis cartilaginea weiter offen, als je beim Brustbass, die Stimmfortsätze werden überhaupt einander nicht sehr nahe gebracht,

1) Anthropophonik. S. 710. 711.

2) A. a. O. S. 590. 619. 636. 676. 710 ff.

3) A. a. O. S. 591. 634. 748.

auch deren Spitzen nicht so vollständig, wie bei den höhern Brusttönen; je tiefer der Ton fällt, desto lockerer werden sie gegen einander gelegt, bis beim tiefsten mit dieser Manier noch zu erreichenden Tone die Spitzen der Stimmfortsätze sich kaum noch berühren. Das Ventil wird dabei natürlich mit Abnahme der Schwingungszahl weiter, die zum Tonanspruch erforderliche Luftquantität grösser, die Tension derselben geringer; der Schwingungsmechanismus dagegen bleibt der gewöhnliche des Brustregisters. Auch der Kehldeckel behält seine tiefe Stellung. Sobald man den tiefsten Hauchbasston noch mehr vertiefen will, kann das nicht anders, als durch Strohbasmechanik geschehen: der Kehlkopf steigt dann plötzlich, das Ventil verengt sich u. s. w.

Der Mechanismus des Strohbas wird nicht nur beim Singen, sondern auch gelegentlich beim Sprechen verwendet, und bildet, wenn damit ein Vokal eingesetzt wird, das Ajin der arabischen, und wenn damit ein Vokal abgesetzt oder ausgelautet wird, das R-gutturale der niedersächsischen Sprache. Nach Czermak¹⁾ wird der bei diesen „Guttural-lauten“ vernehmbare Ton, mit dem er übrigens sich so geberdet, als ob er ihn bei dieser Gelegenheit zum erstenmale gehört hätte, gar nicht in der Glottis, sondern in den drei Spalten der „Fissura s. ostium laryngis“ gebildet, nämlich in den zwei horizontalen, zwischen der untern Fläche des Kehldeckels und den obern Stimmbändern, so wie dem obern Rande der die Arytänoid-Knorpel einschliessenden Schleimhautfalte, und einer mittlern vertikalen, zwischen den Innenrändern der Arytänoid-Knorpel. „Verschliesse ich (sagt er) den Kehlkopf in der oben beschriebenen Weise (d. h. durch Aufdrücken des Kehldeckels auf die geschlossene Glottis) und diese drei Spalten durch Aufeinanderdrücken ihrer Rän-

1) Der Kehlkopfspiegel u. seine Verwerthung etc. Leipz. 1860. S. 55.

der, und treibe die Luft kräftig gegen dieselben an, so entsteht ein harter, eigenthümlich gequetschter Ton, indem die Ränder der Fissura laryngea ganz ebenso, wie sonst die Ränder der verengten wahren Stimmritze, in deutlich sichtbare tönende Schwingungen gerathen. Es entsteht für diesen eigenthümlichen Laut also gewissermaassen eine besondere Stimmritze zwischen den an einander gelegten Rändern der Fissura laryngea.“ Demnach wäre bei diesem Tone die Glottis gar nicht betheiligt, und es wäre überhaupt derselbe wohl ein anderes Tonphänomen, als unser Strohbass. Allein dem ist nicht so. Einmal sagt Czermak selbst, dass beim Kehlkopfschluss die Glottis fest geschlossen sei. Die Luft wird also zunächst an diese „kräftig angetrieben“, und es müssen also auch die Stimmbänder zuerst in schwingende Bewegungen versetzt werden, bevor es in der „Fissura laryngea“ zu einer ähnlichen Bewegung kommen dürfte, die jedoch nur eine sekundäre, von den Stößen der in Mitschwingungen versetzten Luftschicht zwischen Glottis und Orificium laryngis bewirkte sein kann. Jedenfalls ist es unmöglich, dass der in Rede stehende Ton primär in der „Fissura laryngea“ bewirkt wird. Ausserdem sind diese Schwingungen bei den Knarrlauten des Kehlkopfs grosse Nebensache, sie können zwar nach meinen Beobachtungen vorhanden sein, dann machen sie aber den Glottiston nur schlechter und unrein, weil in der Fissura laryng. keine gleichartigen oder den der Glottis isochronen Schwingungen zu Stande kommen, oder, was der gewöhnliche Fall ist, sie können fehlen, weil überhaupt ein festes Auflegen des Kehldeckels über das ganze Orificium laryngis zu diesem Behuf gar nicht nöthig ist; dann ist der Ton ein reiner, aus gleichartigen Schwingungen gebildeter Strobasston. Es ist nicht richtig, wenn Czermak sagt¹⁾,

1) A. a. O. 57.

dass das Eigenthümliche des arab. Ajin durch die tönenden Schwingen der Schleimhautränder nicht der Glottis vera, sondern gewisser Stellen der der Glottis ähnlich geschlossenen Fissura laryngea bedingt sei.

Das Hha der Araber steht in der Mitte zwischen H, dem völlig gehauchten oder bei offener Glottis bewirkten Vokaleinsatz, und dem Ajin, wo die Glottis vollständig und fest geschlossen ist, ohne jedoch in wirklich vokalische Schwingungen dabei gerathen zu können, welche erst im zweiten Moment nachfolgen sollen. Doch zweifele ich, dass die Verengung der Glottisspalte, die dabei beobachtet wird, die alleinige Quelle des Geräusches ist, welches das Hha kennzeichnet. Jedenfalls trägt die dabei zwischen Zunge und weichem Gaumen gebildete Enge auch dazu bei, obwohl die Geräusche, die in der spaltartig geöffneten Glottis allein zu bilden möglich sind, an sich ziemlich vernehmliche Schallelemente enthalten.

C z e r m a k hat eine eigenthümliche Art, mit seinen guten Freunden (Wallin — Purkinje — Brücke) so umzugehen, dass er bei ihnen ziemlich grobe Irrthümer, in welche diese bei ihren Hypothesen über den Mechanismus der Gutturallaute verfielen, zu Wahrheiten zu stempeln versteht. Es ist ihm bloss eine andere Formulirung, wenn Wallin's „richtige“ Angabe, dass wenn man zum arab. Hha die Stimme tönen lässt, Ajin herauskomme, nach seinen Beobachtungen so umzuändern ist, um erst richtig zu werden: „wenn man das Hha tönend macht“. Ebenso haben Purkinje und Brücke Recht, wenn ihr Fehler: „falsche Stimmritze“ in „dreispaltige Fissura laringis“ korrigirt und zu „falsche Stimmbänder“ noch „Kehldeckel und Arytaenoid-Knorpel“ addirt werden muss.

f. Timbre. Klangfarbe. Reinheit der Töne.

Die Timbre-Unterschiede lassen sich mit dem Kehlkopfspiegel schwierig und nur sehr fragmentarisch studiren, da man fast blos auf den Vokal Ä, allenfalls auch auf A, angewiesen ist, dessen Timbre gerade nicht viel Variationen zulässt. Doch dürften folgende Beobachtungen nicht ohne Interesse und für die physiologische Erklärung des Wesens des Timbre nicht bedeutungslos erscheinen.

Zuerst habe ich hier auf Grund meiner mit dem Spiegel gemachten Beobachtungen zu bemerken, dass der Unterschied zwischen hellem und dunklem Timbre nicht von einer etwaigen Oeffnung oder Lüftung der Spalte zwischen Velum palati und hinterer Rachenwand bedingt wird. Die Pars nasalis des Ansatzrohrs ist bei rein klingenden Vokalen, mögen sie hoch oder tief tönen, das helle oder dunkle Timbre an sich tragen, stets in gleicher Weise geschlossen. Der wesentliche Mechanismus des hellen und dunklen Timbres besteht in Hoch- und Tiefstellung des Kehlkopfs. Vergl. Anthrophonik S. 610 ff.

Intonirt man den Vokal A mit dunklem Timbre, so sieht man im Spiegel weiter nichts, als den Zungenhintertheil und die Capitula Santorini, bis zu welchen der Zungenrücken ragt. Von der Epiglottis sieht man gar nichts, sie wird vollständig von der Zunge verdeckt. Sobald man aber ins helle Timbre übergeht, so tritt der obere Rand der Epiglottis in Form eines Streifens oder Saums hinter der Zunge hervor, offenbar, weil bei fast gleichbleibender Zungenlage der Kehlkopf (durch Kontraktion des M. hyothyreoid.) in die Höhe geht und dadurch die Epiglottis aufwärts geschoben wird.

Bei Ä bemerkt man keinen so auffallenden Unterschied, ob es mit hellem oder dunklem Timbre erzeugt wird. Nur die Stellung des Kehlkopfs variirt etwas, doch kann man, da

der Sinus glosso-epiglotticus offen steht und man im Spiegel von Oben nach Unten sieht, keinen auffallenden Unterschied in der gegenseitigen Lage der Epiglottis zu der Zunge wahrnehmen. Die Neigung der Epiglottis bleibt wenigstens auf mittlern Tönen der beiden Timbres so gut wie unverändert. Dagegen beobachtete ich deutlich, dass für tiefe Töne auf Timbre clair die Epiglottis sich mehr hebt und sich weiter von den Santorinknorpeln entfernt, als auf Timbre obscur.

An der Glottis ligamentosa scheinen beim Timbrewechsel keine sonderlichen Veränderungen stattzufinden, wohl aber werden die Vokalfortsätze caet. par. für Timbre clair in grösserer Ausdehnung gegen einander gelegt und dadurch die Glottis cartilaginea mehr geschlossen, als für Timbre obscur, eine Beobachtung, die mit der Erfahrung, dass man caet. par. auf hellem Timbre mehr Töne in einem Athem zu erzeugen vermag, als auf dunklem¹⁾, in vollem Einklang steht.

Endlich vermochte ich auch, wie schon erwähnt, wenn ich auf Timbre clair eine Tonfolge, wie z. B. A cis e a cis mit festem Toneinsatz auf- und abwärts angab, das Steigen und Fallen des Kehlkopfs deutlich im Spiegel zu beobachten. Auf cis kam der Kehlkopf hier am höchsten zu stehen und erschien dann auch grösser und deutlicher, als auf den Tieftönen.

Was die abnormen Timbres anlangt, so können wir wenigstens für das Nasale, auf unvollständigem Abschluss der Nasenhöhle beruhende, die mechanischen Bedingungen mittels des Rachenspiegels erforschen. Wir haben das, was im gewöhnlichen Leben Alles unter dem Begriff Nasenklang, nasales Timbre u. dgl. gebracht wird, zu beschränken. Namentlich lassen wir hier alle krankhaften Verhältnisse weg, alle Timbreverschlechterungen durch Ver-

1) Anthrophonik, S. 720.

stopfung der Nasenhöhlen, wodurch die Hohlräume derselben mehr oder weniger in solide Körper verwandelt werden, also die ganze von Schmalz¹⁾ sogenannte Rhinophonia narium perperam clausarum, und beschränken uns bloss auf die funktionellen Verschiedenheiten bei sonst normal beschaffenen Organen.

Das nasale Timbre zeigt verschiedene Grade. Der niedrigste oder gelindeste ist der, wo die Vokale eben nicht völlig rein und scharf, d. h. bei nicht vollständig abgesperrter Nasenhöhle gebildet werden. Bei nachlässiger Erzeugung der Vokale, besonders des A, Ä, E, I werden die Hebemuskeln des weichen Gaumens nicht vollständig zusammengezogen, es bleibt zwischen Gaumen und Rachenwand eine Lücke oder Spalte, durch welche ein Theil der Luft, welche in der Glottis ligament. und im Mundkanal zusammengehalten werden sollte, unbenutzt oder zum Schaden des Klanges durchstreicht. Dagegen öffnet sich die Glottis cartilag. bei nasilirten Vokalen nicht anders und nicht weiter, als für reine Vokale.

Je grösser nun die Spalte zwischen Gaumensegel und hinterer Rachenwand wird, desto mehr tritt das Nasale des Klanges hervor, am meisten, wenn noch ausserdem der Hintertheil der Zunge dem Gaumen entgegengehoben und so der Isthmus anterior verengt wird.

Sieber²⁾ stellt den Satz auf, dass sowohl durch zu starkes Senken als auch durch vollständiges Heben des Gaumensegels ein Nasenklang entstehe, der also dadurch zu Gehör komme, dass entweder alle oder gar keine Luft (wenigstens zu viel oder zu wenig Luft) in den Nasenhöhlen zur Vibration gelange. Er beruft sich dabei auf Johannes Müller, den er in diesem Punkte für kompetenter hält als

1) Beiträge zur Gehör- u. Sprachheilkunde. Heft 1. Leipz. 1846. S. 123.

2) Vollständiges Lehrbuch der Gesangkunst. Magdeb. 1858, S. 67.

den Physiker Biot, welcher die Entstehung des Nasenklangs davon abhängig macht, dass Luft durch Mund und Nase zugleich heraustrete. Biot hat Recht, nicht Müller.

Das bei den Gesanglehrern gleichfalls eine grosse Rolle spielende sogenannte gutturale Timbre (Kehltöne) soll nach Garcia's Vermuthung dadurch zu Stande kommen, dass durch Zurückweichung der Zungenwurzel die Epiglottis stärker nach hinten umgebeugt werde, als mit der Schwingungszahl und den normalen Klangeigenschaften des Tons verträglich ist: der Ton (die tönende Luftsäule) werde dadurch gleichsam gedrückt, gequetscht (*ecrasée*). Es ist dies Sieber's zweite Abart des sog. Kehlklang's, welche namentlich auf hohen Tönen vorkommen und in erster Instanz auf einer fehlerhaften Lage[rung] der Zunge beruhen soll.¹⁾ Diese Hypothese über den Mechanismus des Kehltöns stellten die genannten Gesanglehrer lange vor Entdeckung des Kehlkopfspiegels auf. Auch scheint dieselbe durch die von mir mittels dieses Instruments gemachten Beobachtungen bestätigt zu werden. Ich habe früher (S. 89) angeführt, dass behufs der Erzeugung hoher Töne der Kehldeckel der Erhöhung der Schwingungszahl entsprechend gehoben werde. Es liegt daher nahe, anzunehmen, dass bei Unterlassung dieser Bewegung des Kehldeckels der Ton ein falsches Timbre annehmen werde, doch sind die von mir darüber angestellten Versuche noch zu unvollständig, als dass dieser Punkt schon jetzt als abgeschlossen betrachtet werden könne. Wenn ich bei Erzeugung eines Brusttons von mittlerer Höhe die Stimmbänder enger an einander presse, dann senkt sich die Epiglottis, und der Ton fällt kleiner, gepresst oder gequetscht aus. Es findet hier der Glottismechanismus statt, der, zur

1) A. a. O. S. 65. Seine erste Abart (fetter Kehlklang) soll auf Tiefstand des Kehlkopfs und Zusammenziehung des Schlundes beruhen. Ibid. S. 64.

Erzeugung tieferer Töne angewandt, den sogenannten Strohbass hervorbringt.

Endlich erwähnen mehrere Gesanglehrer noch ein Gaumentimbre, Gaumenklang, welchen sie vom Kehlklang unterscheiden, während Andere, z. B. Schwarz (System der Gesangkunst, S. 39) denselben mit Kehnton zusammenwerfen. Nach Sieber¹⁾ sollen dabei die Tonwellen nicht so bald nach ihrem Durchgange durch die Taschenbänder gehemmt und zurückgeschlagen werden, vielmehr, den Keh- und Nasenklang glücklich vermeidend, ziemlich weit in die Mundhöhle vordringen können. Während jedoch die Tonmasse bei normaler Tonbildung dicht hinter den Oberzähnen gebrochen wird, soll sie beim Gaumenklang wegen des unruhigen Hin- und Herbewegens der Zungenspitze bald hier, bald dort aufgehalten, zertheilt und successiv an allen Theilen des Gaumens reflektirt werden, und dadurch die Stimme etwas Unruhiges, Haltloses und Schwankendes erhalten. Beim Schwarz'schen Gaumenton dagegen soll die Zunge nach hinten hinab drücken [was denn?], dabei [trotz alledem!] im Munde, wo sie frei, leicht und gerade ausgestreckt liegen sollte, krampfhaft in die Höhe steigen und hart und steif sein. — Garcia erwähnt das Gaumen-Timbre gar nicht, dafür das runde Timbre, das jedoch nach der Beschreibung, die er davon giebt, nicht zu den funktionellen Fehlern gerechnet werden darf.

Jedenfalls sind die Herren Gesanglehrer über das, was sie Gaumenton nennen, weder sich selbst, noch unter einander klar. Beschreiben lässt sich ein besonders gefärbter Klang freilich nicht, wohl aber ist es möglich, die mechanischen Bedingungen, unter welchen ein gewisser Klang zu Stande kommt, nach ihren anatomisch-physiologischen Ver-

A. a. O. S. 9.

hältnissen zur Anschauung zu bringen, wozu aber freilich zwei Hauptbedingungen zu erfüllen sind, erstens, dass die Sachverständigen, oder die es zu sein glauben, über den Gehörseindruck, den der von ihnen sogenannte Gaumenklang hervorbringt, unter einander übereinstimmen, zweitens, dass sie die gehörige anatomisch-physiologische Vorbildung haben, die erforderlich ist, um auf diesem Gebiete exakte, von Täuschungen und sonstigen Irrungen freie Beobachtungen anstellen zu können. Da nun leider bis jetzt diese Bedingungen noch nirgends und von Niemandem erfüllt worden sind, so vermögen wir auch bis jetzt noch nichts Wissenschaftliches über den vermeintlichen Gaumenton aufzustellen. Nach den zu diesem Behufe an mir selbst angestellten Versuchen existirt ein Klang oder ein Timbre, welches den Namen Gaumentimbre oder Gaumenklang (Gaumenton) verdiente, das also seinen wesentlichen Grund in einer falschen Gaumenlage hätte, gar nicht, lässt sich wenigstens mittels des Kehlkopfspiegels, sofern dabei die Zunge regulär tief und ruhig gehalten und das Velum palati behufs der Abhaltung des Nasaltimbres gehörig gehoben wird, nicht nachweisen. Jedenfalls ist also der für den sogenannten Gaumenklang gewählte Name falsch, und die Herren, welche diesen Ausdruck im Munde führen, wissen nicht, was sie damit bezeichnen wollen, oder suchen wenigstens den Grund desselben in einer Ursache, die sie nicht kennen.

Was endlich die Reinheit und die sogenannte Verschleierung der Töne anlangt, so lässt Garcia diese zunächst von dem voll- oder unvollständigen Schluss der Glottis nach jeder Rekursion abhängen. Dagegen bemerkt Moura-Bourouillou¹⁾, dass bei mehrern Personen, deren Stimme verschleiert war, der Kontakt der Stimmbänder voll-

1) A. a. O. S. 78.

ständig Statt hatte, dass aber deren Tension nicht so energisch vor sich ging (*était établie*), als im Normalzustand, dass hier nur die tiefen, nicht die hohen Töne erzeugt werden konnten. Er bildet sich übrigens auf diese Beobachtung viel ein, da sie für Behandlung der unter Anderem hierher gehörigen Heiserkeit u. s. w. wichtige Fingerzeige ergebe. M.-B. hat hier das Eine beobachtet, die Hauptsache aber übersehen, nämlich die Störung der Absonderungsthätigkeit der Kehlkopfschleimhaut: es würde uns aber zu weit führen, wenn wir hier auf diesen wichtigen, mit wenig Worten nicht abzufertigenden, laryngoskopisch übrigens bisher noch lange nicht genügend erforschten Gegenstand schon jetzt näher eingehen wollten, und wollen daher dies für eine spätere Gelegenheit versparen.

Ausserdem macht Garcia den Glanz (*Eclat*) und die Verschleierung der Töne von den verschiedenen Graden der Senkung und Hebung (nicht umgekehrt) der Epiglottis abhängig. Nach Moura-Bourouillou (S. 81) hat man unter diesen Zuständen der Epiglottis Verengung und Vergrösserung des Kalibers der untern Partie des Vestibulum laryngis zu verstehen, sonst, sagt er, müsste gerade das Gegenteil dessen, was eintritt, stattfinden. In der That, fährt M. fort, strebt die Epiglottis bei steigender Tonhöhe den Raum zwischen den vier Glottisbändern zu vermindern; ihre untere Konvexität springt mehr vor, und ihr unteres Drittel senkt sich durch die graduelle Hebung des Kehlkopfs und durch die anhaltende progressive Muskelkontraktion. Aber ihre obere grössere Portion richtet sich auf und bewegt sich selbst nach vorn, schlägt sich also zurück, während die untere sich auf das Ostium laryngis niedersenkt. Garcia, fügt M. hinzu, scheint den Mechanismus des Kehlkopfschlusses beim Schlingen und Brechen nicht gekannt zu haben.

g. Ton-Bildung und Verbindung; einige Modifikationen derselben.

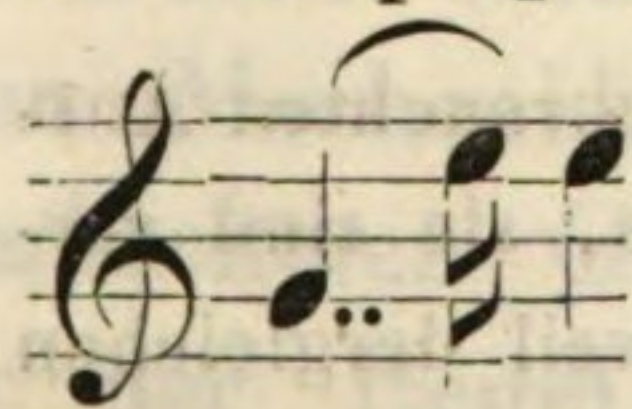
Bei *Messa di voce* wird, wie wir bereits oben (d.aa) sahen, crescendo der Längendurchmesser der Stimmbänder und noch mehr der Kehlkopfsapertur durch Rückwärtsschieben der Epiglottis kleiner, die Arytaena bleibt dabei fast unbewegt; decrescendo wird jener Längendurchmesser wieder grösser und selbst etwas grösser, als beim Einsatz des zu schwellenden Tones. Ausserdem rückt crescendo der Trachealschleim weiter nach hinten, die phonische Glottisweite wird grösser, trotz der Verkürzung des Orificii laryngis, um decrescendo wieder kleiner und kürzer zu werden.

Legato. Staccato. Dass beim Legato, d.h. bei der Gesangsweise, wo die einzelnen Töne ohne Absatz, ohne Hiatus oder Kehlkopfschluss an einander gefügt werden, beim Uebergang von einem Tone zum andern keine andere Veränderung im Zustande der phonischen Glottisweite und Schwingungssphäre eintritt, als welche durch die Aenderung der Schwingungszahl geboten wird, habe ich bereits in meiner Anthrophonik (S. 757) als nothwendig erwiesen, und später mittels des Kehlkopfspiegels bestätigt gefunden. Ebenso wusste ich längst, dass beim Staccato die Glottis auf dem Uebergang von einem Tone zum andern auf einen Augenblick mehr oder weniger fest geschlossen wird. Mittels des Kehlkopfspiegels liess sich jedoch der Mechanismus des Staccato genauer beobachten und dabei auch Einiges entdecken, was die blosser Theorie vorher noch nicht zu erforschen vermochte. Es werden nämlich beim vollkommenen Staccato auf jedem solchen Uebergang von einem Tone zum andern nicht nur die beiden Stimmbänder und beziehentlich Stimmfortsätze bis zur vollständigen gegenseitigen Berührung einander genähert und dadurch die ganze Stimmritze momentan vollständig geschlossen, sondern auch die Ta-

schenbänder werden dabei ebenso wie beim Toneinsatz (S. 79) einander stark genähert, so dass die Area glottidis auf einen lanzetförmigen, hinten am weitesten geöffneten Spalt reducirt erscheint; gleichzeitig wird die Epiglottis merklich gesenkt. S. Fig. 9. Sonderbarer Weise geschieht dieses Senken der Epiglottis auf Falsettönen caet. par. in höherem Grade, als auf Brusttönen. Nur wenn man den Versuch mehrere Male in einem Athem wiederholt, hebt sich dabei die Epiglottis allmählig wieder, in Folge der Abnahme des Luftdrucks; dabei habe ich einige Male auf jedem Tonstosse eine nach Oben gehende Aufblähung der Stimmbänder beobachtet, welche, wenn ich denselben Versuch auf Brusttönen wiederholte, nicht wahrzunehmen war. Dies als Nachtrag zum Mechanismus der beiden Stimmregister.

Zwischen Legato und Staccato können Zwischenstufen stattfinden, auf welchen bei dem Uebergange von einem Tone zum andern die phonische Glottisweite durch mehr oder weniger Zusammendrücken der Stimmfortsätze nur eine verhältnissmässige Einengung erleidet, die Taschenbänder weniger auffallend gegen einander sich bewegen, und der Kehlschleim in gleichem Verhältniss seine niederwärts gehende Bewegung beschränkt, doch schienen mir die hier stattfindenden Unterschiede mehr auf der grössern oder geringern Schnelligkeit zu beruhen, mit welcher man die Gegeneinanderbewegung der Stimmfortsätze ausführt.

Portar, Portamento (im Sinne Bernachi's), zeigt im Kehlkopfspiegel eben nichts Besonderes. Bei einem aufsteigenden Portament vergrössert sich zu Ende der Anlaufsnote ($\bar{g}$) in mehr oder weniger raschem Tempo (je nachdem dabei ein Strascino oder Cercar il tuono beabsichtigt wird oder nicht) der Längendurchmesser der Glottis und des Orificii laryngis in entsprechendem Grade, und die Anlagerungsnote ($\bar{e} \frac{1}{16}$) wird von



der Zielnote ¹⁾ ($\bar{e} \frac{1}{4}$) dadurch getrennt, dass die Spitzen der Stimmfortsätze einen Augenblick etwas von einander weichen, um den Einsatz des $\bar{e} \frac{1}{4}$ mit wieder geschlossenem Ventil deutlich markiren zu können. In analoger Weise verhält es sich bei absteigendem Portament.

Beim Jodeln oder alternirenden Singen auf Paralleltönen, z. B. bei mehrfacher Wiederholung der beiden Paralleltöne $\bar{e} - e$ ²⁾ beobachtet man auf dem Uebergang vom Falsetton zum Brustton folgendes: 1) ein Herabsinken der Epiglottis; 2) ein Schmälerwerden der Area glottidis, dadurch, dass die Taschenbänder etwas einwärts treten; 3) die bekannte Aenderung des Schwingungsmechanismus; 4) ein Zurücksinken der auf dem Falsetton mehr oder weniger aufgehobenen oder aufgeblähten Stimmbandfläche zur anfänglichen Ebene; 5) ein geringes Vorwärtstreten der Santorinknorpelspitzen; 6) ein (damit offenbar in Kausalnexus stehendes) merkliches Anschwellen der hintern Muskulatur behufs der Wiederöffnung des Ventils; 7) ein im Verhältniss zu No. 5 zu stehen scheinender Rückwärtstritt des Schildknorpels. Beim Aufgang aus dem Brustton in den parallelen Falsetton verhält sich natürlich Alles umgekehrt.

Auch diese Beobachtungen sprechen also für die von mir oben mitgetheilte Ansicht vom Wesen des Mechanismus beider Stimmregister. Es sind demnach die Stimmbänder für Falset auf Paralleltönen länger, auf Amphotertönen kürzer, als für das Brustregister.

1) Man erlaube mir die hier wohl zum erstenmale gebrauchten Ausdrücke für die Bestandtheile des Portament's. Ich hoffe, sie sind verständlich und unverfänglich, und empfehle sie daher, weil dergleichen Bezeichnungen nun einmal nicht entbehrt werden können, zu fernerm Gebrauche.

2) Auf höherer Lage, z. B. für einen Baritonisten auf $\bar{a} - a$ ist der Versuch schwieriger anzustellen.

Triller (Trillo). Für Erzeugung des Obertons rückt der Zungenrücken etwas, etwa 1''' weit, vorwärts, welche Bewegung sich der übrigen Zunge mittheilt und selbst noch an der Spitze derselben wahrnehmbar sein kann; desgleichen wird der Kehldeckel etwas gehoben, wenn auch diese Bewegung weniger in die Augen fällt, als die der Zunge; die Santorinknorpel dagegen rücken etwas zurück, fast wie auf dem Falsetton beim Jodeln, als ob also die Stimmfortsätze enger an einander gezogen würden; ferner bemerkt man ein Vortreten des Schildknorpels, das der Zungen- und Kehldeckelbewegung zu entsprechen scheint. Beim Unterton findet allenthalben das Umgekehrte statt. Das Heben des Kehlkopfs, was bei dem Oberton stattfindet, ist im Kehlkopfspiegel nicht deutlich wahrzunehmen, besser in einem gewöhnlichen, die Halsgegend wiedergebenden Spiegel.

Dass sich bei mir auf der Obernote der ganze Kehlkopf, so weit er in die Rachenhöhle hereinragt, etwas nach rechts verschiebt, ist etwas Abnormes und mit der ungleichen Entwicklung der beiden Hälften meines Kehlkopfs Zusammenhängendes. Beim Jodeln war dasselbe zu beobachten.

Tremolo, Tremuliren, ist der Gegensatz des *Filar il tuono*, d. h. der tönende Luftstrom bleibt nicht von gleichem Durchmesser oder Querschnitt, sondern wird in gleichmässig rhythmischen Stößen eingeengt, also, dass der Luftstrom nicht mehr einem Faden von gleicher Dicke, sondern mehr einer Perlenschnur ähnlich sehen würde.¹⁾ Ueber den Mechanismus dieses wichtigen, leider nur zu sehr verbreiteten Gesangsfehlers (denn ein solcher ist das T. in der Regel) vermochte ich früher nur Vermuthungen aufzustellen. Mittels des Kehlkopfspiegels beobachtete ich

1) Anthropophonik. S. 763 ff.

zunächst, dass bei oder auf jedem Tremolo-Stosse der kombinierte Ary-Knorpel etwas nach hinten rückt, was also auf eine gleichzeitige Verkürzung der Schliessmuskeln der Glottis cartilaginea schliessen lässt. Namentlich ist diese Bewegung beim höchsten Grade des Tremolo, beim Meckern, auffallend. Die Epiglottis rückt dabei gleichzeitig etwas nach vorn, die Kehlkopfsapertur wird weiter, die übrigen Verhältnisse, namentlich für die Intersektionen, gestalten sich wie beim Staccato continuato. Ferner werden beim gewöhnlichen Tremolo die Stimmfortsätze nicht fest gehalten, wie beim normalen Tuono filato, sondern sie weichen für jeden Tonstoss oder jede Tonstrahlausdehnung etwas von einander, um sich für die darauf folgende Tonstrahleinengung wieder zu nähern. Die Capitula Santorini gerathen mit in Vibration, desgleichen die ganzen beweglichen Partien der Gieskannenknorpel, so dass man zuweilen ein förmliches Klappern hören kann. Offenbar liegt also die wesentliche Ursache des Tremolo in einer Abnahme des Willenseinflusses auf die Nerven der Schliessmuskeln der Glottis, nicht in einer rhythmisch unterbrochenen Bewegung des Zwerchfells, wie ich früher vermuthete.¹⁾

h. Inspirationstöne. — Gähnen. — Lachen.

Bei den Inspirationstönen schwingen die Stimmbänder mit grossen, deutlichen Exkursionen, wie bei der Expiration auf Brusttönen von gleicher Schwingungszahl, aber die Glottis cartilaginea steht dabei allemal weit offen, mag der Ton ein hoher oder tiefer sein, und die Spitzen der Stimmfortsätze berühren sich nicht, sondern klaffen etwa $\frac{1}{2}$ '' weit von einander, so dass auch die Stimmbänder gewöhnlich nicht in ganzer Länge zusammen treten können, sondern ein

1) Anthropophonik. S. 765.

aliquoter Hintertheil derselben dadurch, dass dessen Innenränder nicht bis zu gegenseitiger Berührung gebracht werden können, unthätig bleibt. Der Kehlkopf ist caet. par. auch weiter geöffnet; die tonabstufenden Kräfte scheinen fast einzig auf die Längenspannung der Stimmbänder beschränkt zu sein.

Bisher hatte noch Niemand über die Inspirationstöne etwas Physiologisches geäußert, auch in meiner Anthropophonik habe ich über den Mechanismus dieser Töne noch keine Vermuthung aufgestellt.

Beim Gähnen setzt der Ton unwillkürlich bei weit geöffnetem Kehlkopf, hoch gehobener Epiglottis, mit Falsetmechanismus, und zwar bei ziemlich in die Länge gespannter¹⁾, dabei aber aliquot verkürzter Glottis ein, die Stimmbänder werden durch allmäligen Nachlass der Längendehnmuskeln bei bleibendem Falsetmechanismus bis auf ein gewisses Brevisimum relaxirt, gleichzeitig senkt sich die Epiglottis immer tiefer, und der Stohbassmechanismus, zu welchem schon durch den Schluss der Glottis cartilaginea Verwandtschaft vorhanden war, beginnt.²⁾ Sonst vermochte ich bis jetzt nichts Besonderes oder meiner früher gegebenen Theorie Zuzufügendes zu beobachten.

Beim Lachen ist nur der Schliessmuskelapparat der Glottis betheiligt, die Epiglottis bleibt in mittlerer Lage stehen, tiefer auf A, höher auf Ä (s. diese Sprachlaute in nächstem Abschnitt), bei Abnahme des Athmens sich allmähig senkend. Sonst nichts Besonderes.

1) Dies wird schon durch das Tastgefühl konstatirt. Wenn man eine nicht sehr weite Kravatte trägt und zu Gähnen beginnt, da fühlt man deutlich, wie sich der vorspringende Theil des Schildknorpels an die Kravatte stemmt und dieselbe plötzlich als zu eng erscheinen lässt.

2) Anthropophonik, S. 532. 636. 710, besonders 725 u. 731.

7. Sprachlaute.

a. Gutturales (Vokal-Ein- und Absatz).

Die „Gutturales“ werden von einigen Sprachlautlehrern als eine bestimmte Klasse von Sprachlauten aufgeführt, allein sie ermangeln der vollen akustischen Prägnanz sowohl der Vokale, als auch der Konsonanten, und sind nach meinem experimentellen Gutachten lediglich als verschiedene Modifikationen des Vokaleinsatzes und Vokalabsatzes anzusehen. Es kann nämlich erstlich ein Vokal auf viererlei Art eingesetzt werden:

1) mit in ganzer Länge mässig geöffneter Stimmritze bei hoch gehobenem Kehldeckel;

2) mit nur in der Mitte (durch die Spitzen der Stimmfortsätze) geschlossener, im Uebrigen spaltartig geöffneter Stimmritze, bei mässig (weniger, als bei 1) hoch stehendem Kehldeckel;

3) mit vollständig, in ganzer Länge, geschlossener Stimmritze bei stark gesenktem Kehldeckel;

4) mit zur Tonbildung verengter Stimmritze bei mehr oder weniger gesenktem Kehldeckel.

Im 1. Falle geht dem Vokale, wenn vor dessen Einsatz der Luftstrom momentan beschleunigt wird, der sogenannte Hauchlaut H, der Spiritus asper der Griechen, voraus. Die Glottis ist dabei in ganzer Länge und etwa 1 bis 2''' weit geöffnet, die Nasenhöhle ist durch Aufzug des Velum palati vollständig abgesperrt, das ganze mobile Ansatzrohr ist so weit geöffnet, als es behufs einer sprachlichen Artikulation überhaupt geöffnet werden darf, der durchströmende, mittels verstärkter Kontraktion der Expirationsmuskeln beschleunigte Luftstrom bewirkt dadurch, dass er sich an den ein- und vorspringenden Theilen dieses Luftkanals stärker reibt, ein Geräusch, ein Hauchen, welches durch das dafür gewählte

alphabetarische Zeichen ausgedrückt wird. Der behufs des anzufügenden Vokals veranstaltete Glottisschluss erfolgt in der gewöhnlichen Weise, d. h. ohne Konnivenz der Taschenbänder, und nur bis zur Möglichkeit der Bildung stehender Schwingungen der Stimmbänder.

Im 2. Falle können die in gedachter Weise von einander abstehenden Glottisränder entweder sofort ohne Aenderung der Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft sich bis zur Möglichkeit der Tonschwingungsbildung an einander legen, und geschieht solches unter einem leisen Hauch (*Spiritus lenis*), z. B. bei den meisten französischen Worten, welche in der Schrift mit H anlautend bezeichnet werden, so wie im Hebräischen bei den mit dem Zeichen des Aleph beginnenden Worten; oder es kann auf der gedachten Glottiseinstellung durch eine momentane Beschleunigung des expirativen Luftstroms die Bildung eines Geräusches vorausgehen, welches, weil in einer engern Schallritze erzeugt, lauter und schärfer das Gehörorgan berührt, als das einfache H, und in der arabischen Sprache durch Hha bezeichnet wird. Auch findet diese Art des Toneinsatzes bei den Halbvokalen, besonders dem R und L statt, aus welchem Grunde auch in manchen Sprachen das R und L, wenn es ein Wort anlautet, das Vorzeichen H bekommt.

Der 3. Fall ist der gewöhnliche, von uns bereits (S. 79) besprochene.

Im 4. Fall wird die Glottis so weit und so lange geschlossen, dass darin aufschlagende, knarrende Tonschwingungen stattfinden können, die aber sehr bald in die normalen gegenschlagenden Vokalschwingungen bei höher stehender Epiglottis u. s. w. übergehen. Nach Czermak¹⁾ wird dabei das Orificium laryngis durch den Kehldeckel ge-

1) Der Kehlkopfspiegel, S. 55. S. auch oben S. 124.

schlossen und auch zwischen dem Rande der Kehlkopfsaper-
tur und der untern Fläche des Kehldeckels ein knarrendes
Geräusch erzeugt, das sich mit dem der Stimmbänder ver-
mischen soll. Nach meinen Beobachtungen dagegen wird bei
diesen Tonphänomenen der Kehldeckel nicht völlig über das
Orificium laryngis gelegt, so dass ich dabei noch durch eine
kleine Oeffnung, welche zwischen Kehldeckel und den San-
torinknorpeln übrig bleibt, auf die Stimmritze sehen und die
Schwingungen der Bänder beobachten konnte. Die Stimm-
ritze ist dabei sehr verkürzt, die Stimmfortsätze fest gegen
einander gelegt. Uebrigens weicht dieses Tonphänomen von
dem des Strohbasses (s. S. 122) wesentlich nicht ab. Dieser
knarrende Vokaleinsatz wird im Arabischen und Hebräischen
durch das Zeichen des Ajin schriftlich ausgedrückt; er ist
aber den semitischen Vokalen nicht ausschliesslich eigen,
sondern kommt auch auf dem zweiten Moment der Conso-
nantes explosivae mediae als sogenannter Blählaut vor.¹⁾

Desgleichen kann beim Absetzen oder Auslauten
eines Vokals die Stimmritze dreierlei Zustände darbieten: sie
kann sich entweder

- 1) wieder auf ein Moment festschliessen, oder
- 2) bis zur Bildung aufschlagender (Strohbass-) Schwin-
gungen verengen, oder
- 3) sich mehr oder weniger rasch, mit oder ohne Be-
schleunigung des Expirationsstroms (Hauchbildung, Adspi-
ration) öffnen.

Bei 1) rücken die zusammengelegten Santorinknorpel
plötzlich ein merkliches Stück nach vorn, und die Taschen-
bänder einander entgegen, wie beim scharfen Toneinsatz, die
Epiglottis dagegen neigt sich nur sehr wenig. Das Orificium

¹⁾ Brücke, Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprach-
laute. Wien 1856. S. 55. — Merkel (über einige phonetische Streit-
punkte) in Schmidt's Jahrb. der in- u. ausländ. Medicin. Bd. 100. S. 89.

laryngis wird unter diesen Umständen sehr verengt, die Area glottidis verschmälert und verkürzt. Beim Wiederöffnen der Glottis rücken die Santorinknorpel wieder in ihre Ruhelage hinter- und seitwärts, die Taschenbänder gehen seitwärts zurück u. s. w. Dieser Tonabsatz wird im Arabischen durch das Zeichen des Hamza ausgedrückt.

No. 2. ist wesentlich nichts Anderes, als ein rasches Ueberziehen des vokalischen (Brust- oder Falset-) Tonmechanismus in den Strohassmechanismus. Es rücken dabei also die Santorinknorpel etwas nach vorn, der M. ary-arytaenoideus tritt mehr hervor, die Epiglottis wird tief herabgezogen und über das Orificium laryngis gelegt, welches daher sehr verengt erscheint und den Einblick auf die Glottis sehr beschränkt, die Stimmbänder werden sehr verkürzt. Auf diese Weise entsteht das von Brücke¹⁾ erwähnte R-glottidis, der Zitterlaut des Kehlkopfs, welcher somit einen zum Vokale tretenden Konsonanten darstellen soll. Allein der knarrende oder Strohass-Auslaut eines Vokals lässt sich nur sehr gezwungen mit einem R vergleichen; ein solches wird meines Erachtens erst dann daraus, wenn ein Konsonant, namentlich T, nachfolgt, für welchen die Zunge gehoben werden muss und dabei mit dem Zäpfchen, dem eigentlichen Vibrationsorgan, in Kollision kommt.

Bei 3) öffnet sich einfach die Glottis wieder, und zwar langsamer und ohne Aenderung der Expirationsgeschwindigkeit, wenn der Vokal in gewöhnlicher Weise das Wort schliesst, oder rasch und mit Beschleunigung des Expirationsstroms, wenn er verstärkt oder adspirirt werden soll. Die Glottisränder und Stimmknorpel fahren dann mit grosser Schnelligkeit auseinander.

1) L. c. S. 10. — Czermak (l. c. S. 58) vermochte an sich selbst diesen Gutturallaut nicht zu beobachten.

b. Vokale.

Von den Vokalmechanismen lassen sich am besten und vollständigsten die des A und Ä, namentlich des letztern, im Kehlkopfspiegel beobachten; bei E und noch mehr bei I verhindert die emporgerichtete Zunge den Einblick, auch bei O und Ö ist die Beobachtung eine sehr beschränkte, am meisten bei U und Ü. Uebrigens werde ich hier von den Mechanismen der Vokale nur das vortragen, was ich mittels des Kehlkopf- und Rachenspiegels neu erforscht habe, wegen des Uebrigen erlaube ich mir auf mein in naher Aussicht stehendes Werk über die physiologische Laetik, welches meine Anthropophonik in vielen Punkten ergänzt und berichtigt, zu verweisen.

Bei allen rein und ohne alles nasale Timbre erzeugten Vokalen ist das Velum palati mollis an die Hinterwand des Schlundkopfs angezogen, und dadurch die Pars nasalis des Pharynx vollständig abgesperrt, wie sich mittels des Rachenspiegels deutlich erkennen lässt.¹⁾ Am festesten und vollständigsten scheint dieser Verschluss beim I zu sein, weniger bei A und U, denn von dem Wasser, was ich zu diesem Zwecke durch den einen Nasengang in die Pars nasalis des Schlundkopfs einspritzte, gelangt bei I gar nichts in die Mundhöhle, bei A und U dagegen einige Tropfen.

Die Zunge nimmt bekanntlich durch gewisse Bewegungen an den die Specificität der Vokale zum grossen Theile bedingenden Lumenveränderungen der Mund- und Rachenhöhle Theil. Bei A liegt sie ruhig auf dem Boden der Mundhöhle, ihre Spitze ein Stück von den Schneidezähnen ent-

1) Früher behauptete ich irrthümlich (Anthropophonik S. 783. 786. 790 etc.), dass bei der Vokalbildung zwischen weichem Gaumen und hinterer Pharynxwand eine Spaltöffnung bleibe. S. darüber meinen Aufsatz „über einige phonetische Streitpunkte“ in Schmidt's Jahrb. Bd. C. S. 87.

fernt, ihr hinterster oder Wurzeltheil gegen den Kehldeckel, der dabei eine gewisse mittlere Neigung innehält, zurückgezogen, so dass der Sinus glosso-epiglotticus durch Gegen-
einanderrückung seiner Vorder- und Hinterwand verstrichen oder auf Null reducirt ist. Man erblickt im Kehlkopfspiegel bei der Bildung des A ein Stück des Zungenrückens, unter (hinter) demselben ragt der freie Rand des Kehldeckels in geringer Breite hervor, und hinter diesem erscheinen sofort die zusammengelegten Spitzen der Giesskannenknorpel: eine Einsicht in die Kehlkopfhöhle gelingt auf dem Vokal A in der Regel gar nicht; wenn man jedoch auf A einen hohen Brust- oder Falsetton angiebt, so hebt sich dabei der Kehldeckel so weit von jenen Knorpelspitzen ab, dass man ein ziemliches Stück von der Glottis zu erblicken vermag, das wenigstens bis zum Betrage der Hälfte der Stimmbänder gelangt, wenn man einen solchen Ton lange aushält.

Dagegen geht der Wurzeltheil der Zunge von der Epiglottis unter keiner Bedingung los, auch wenn man sich zu diesem Zwecke durch Vorstrecken der Zunge Mühe giebt. Demnach ist diese gegenseitige Lage der Zunge zum Kehldeckel das Wesentliche des A-Mechanismus.

Sehr auffällig verändert sich aber das Bild, sobald man aus A in Ä übergeht, und es ist dies unläugbar eine der merkwürdigsten und interessantesten Erscheinungen, welche die ganze Laryngoskopie zu bieten vermag. Die an den Kehldeckel förmlich angeheftete Zunge reisst sich plötzlich los, es erhebt sich der bisher in tiefes Dunkel oder eigentlich in Nichts versenkt gewesene Sinus glosso-epiglotticus mit seinen beiden durch das Ligam. glosso-epiglotticum getrennten Gruben (Valleculae), statt des etwas unästhetischen, mit graulich-weissem Schleime belegten Zungenrückens tritt der von Schleim freie, an vorragenden Papillen reiche, violett-rothe Rücken des Wurzeltheils der Zunge auf, die Vorder-

fläche der Epiglottis wird vollständig sichtbar, der Einblick in die Kehlkopfhöhle nebst Stimm- und Taschenbändern ist gestattet, kurz, es entrollt sich ein anatomisches Bild von verhältnissmässig grosser Schönheit, das besonders für den, der es zum ersten Male sieht, durch seine Neuheit und durch die Fülle interessanter Gegenstände ein besonderes Interesse gewinnt. Man hat nun in seinem Belieben, durch verschiedene Stellung des Spiegels, bald die eine, bald die andere Gegend des zugänglichen Sehfelds in Augenschein zu nehmen, man kann durch Angabe von Tönen verschiedener Tonstufen und verschiedenen Registers das Innere des Kehlkopfs und der Luftröhre in ihren verschiedenen physiologischen Verhältnissen untersuchen, und es bedarf wohl kaum der Bemerkung, dass fast sämtliche der vorstehenden, die phonetischen Verhältnisse des Kehlkopfs betreffenden Untersuchungen auf dem Vokal Ä angestellt worden sind, zumal da zu dessen Erzeugung die Plicae palatopharyngeae weiter von einander abstehen, als bei A oder sonst einem andern Vokal, und daher die Anwendung eines grössern Kehlkopfspiegels gestatten, als es für auf A angestellte Versuche zulässig oder vielmehr erträglich ist.

Die Vokale E und I lassen sich in extenso nicht im Kehlkopfspiegel beobachten, da die emporgerichtete Zunge den Einblick in die Schlundhöhle nicht gestattet. Wenn man jedoch von Ä aus nach E oder I überzugehen beginnt, da sieht man im Spiegel deutlich, dass sich für E die Epiglottis nebst Zunge noch ein gutes Stück weiter hebt, als für Ä, bei gleichbleibender oder vielleicht noch etwas zunehmender Weite des Sinus glosso-epiglotticus. Für I findet dasselbe statt, und gelangt wahrscheinlich, da die Zunge hier im Allgemeinen noch weiter nach oben und vorn bewegt wird, zu noch grösserer Ausbildung, als beim E zu beobachten möglich ist.

Bei der Erzeugung des O, wenn man die Mundöffnung nicht zu klein macht, kann man ganz wohl im Kehlkopfspiegel beobachten, dass die Zunge noch weiter nach hinten rückt, als beim A, so dass man von der Epiglottis gar nichts mehr sehen kann; nur die Santorinknorpel sind noch, unmittelbar hinter dem Zungenrücken, zu sehen. Für hohe Töne öffnet sich jedoch auch hier, wie beim A, der Kehlkopf durch Aufsteigen der Epiglottis etwas, so dass man ein Stück (doch kürzer, als bei A) von der Area glottidis zu erblicken vermag, ohne dass jedoch die Epiglottis dadurch zum Vorschein käme: sie bleibt unter allen Verhältnissen von der Zunge verdeckt.

Bei Ö dagegen, wenn man es von O aus erzeugt, geschieht fast dieselbe Aenderung des Bildes, wie beim Uebergang von A zu Ä. Der Sinus glosso-epiglotticus ist auf Ö vollständig geöffnet, die Epiglottis noch mehr gehoben, als es caet. par. bei Ä geschieht, so dass man schon auf mässig hohen Tönen, z. B. h oder c̄, ganz gut bis in die Fovea centralis sehen, also die Glottis in ganzer Länge übersehen und die hintere Fläche der Epiglottis vielleicht besser, als bei irgend einer andern Gelegenheit, kennen lernen kann. Noch auf dem Tone c vermochte ich meine ganze Glottis zu übersehen, wenn ich denselben auf dem Vokal Ö erzeugte. — Die vordere Hälfte der Zunge wird für Ö nicht höher gehoben und die Mundöffnung ebenso gestaltet, als beim O.

Nach der Analogie zu schliessen, muss wohl auch auf dem Vokal Ü der Sinus epiglotticus geöffnet und die Epiglottis stark gehoben sein. Sehen kann man diese Vorgänge freilich nicht, da die wie bei I aufwärts und vorwärts geschobene Zungenspitze den Einblick verweigert.

Endlich suchte ich auch die Bildung einiger Diphthongen im Kehlkopfspiegel zu kontroliren; es ist dies wenigstens mit

Ai (gewöhnlich falsch durch Ei bezeichnet), Au und Äü möglich. Etwas Neues wurde dabei natürlich nicht beobachtet; für gewisse Skeptiker stehe daher nur die einfache Thatsache hier, dass der sogeschriebene Diphthong Ei im Kehlkopfspiegel wirklich als eine Verbindung oder Aufeinanderfolge von A und I, und der Schriftdiphthong Äu und Eu als Verbindung von A und Ü erscheint. — Bei Erzeugung von Au wälzt sich der Hintertheil der Zunge weiter nach hinten, um die Epiglottis stärker zu verdecken und rückwärts zu drängen.

Demnach können wir auf Grund dieser Beobachtungen die Vokale eintheilen in solche, wo der Sinus glosso-epiglotticus dilatirt und der Kehldeckel gehoben ist (E, I, Ä, Ö, Ü), und in solche, wo dieser Sinus komprimirt und der Kehldeckel gesenkt ist (A, O, U). Erstere Vokale sind im Allgemeinen diejenigen, welche das sogenannte Timbre clair besitzen; letztere tragen das Timbre obscur an sich, doch so, dass A in der Mitte steht, und je nachdem der ganze Kehlkopf dabei auf eine höhere oder tiefere Stellung am Halse gebracht wird, ein mehr helleres oder dunkleres Timbre erhält. Jedenfalls hängt aber die hellere oder dunklere Klangfarbe der Vokale nicht allein von der höhern oder tiefern Stellung des Kehlkopfs, dem kubischen Inhalte des Ansatzrohrs und der Form der Mundöffnung ab, sondern auch von dem von mir erforschten Verhalten der Lage des Hintertheils der Zunge und des Kehldeckels.

c. Konsonanten.

Zur Untersuchung der Mechanismen, durch welche diese Sprachlaute erzeugt werden, lässt sich allerdings der Kehlkopf- und Rachenspiegel nicht verwenden, da keiner derselben die Applikation dieser Instrumente in einer zweckentsprechenden Weise gestattet: da wir jedoch uns als Aufgabe gestellt haben, die Funktionen der Rachengebilde nach allen

ihren Richtungen und Beziehungen, also auch behufs der sprachlichen Artikulationen, zu erforschen, und dazu ausser dem durch den Spiegel unterstützten Auge auch des gerade aus sehenden Auges uns in den Fällen bedienen müssen, wo der Spiegel die betreffenden Organe bedecken oder deren Bewegungen stören würde, so wollen wir hier wenigstens die Funktionen des weichen Gaumens bei Erzeugung der Konsonanten, besonders der sogenannten Palatal-Laute, einer wiederholten Untersuchung unterwerfen, und auch über die der Okularinspektion immer noch entzogenen Funktionen der Glottis bei den tönenden Konsonanten etwas zu erforschen suchen.

Man hat bisher wohl ziemlich allgemein behauptet, dass das Velum palati mollis bei allen Konsonanten, mit alleiniger Ausnahme der Nasales s. Resonantes bis zu völligem Abschluss der Pars nasalis des Pharynx gegen die hintere Wand dieses Hohlraums gehoben werde. Auch findet dieser Mechanismus in der That bei Erzeugung aller Konsonanten statt, wo er nöthig ist, d. h. wo die Luft bei Vorhandensein einer Seitenöffnung nicht die nöthige Tension behalten würde, um bei ihrem Durchstreichen durch den verengten Mundkanal ein hinlänglich vernehmliches Geräusch bilden zu können. Nun kommt aber in der Reihe der konsonantischen Mechanismen ein Fall vor, wo gleichzeitig mit dem vollständigen Verschluss des Mundkanals auch die Glottis geschlossen wird, es geschieht dies, wie ich zum erstenmale auf Grund meiner Versuche gelehrt habe¹⁾, bei der Bildung der Explosivae tenues. In diesem Falle wäre beiläufig die luftdichte Absperrung der Pars nasalis des Ansatzrohrs völ-

1) Anthropophonik. S. 853 ff. — Artikel: über einige phonetische Streitpunkte, in Schmidt's Jahrb. der in- u. ausländ. Medicin. Bd. 100. S. 90. 91.

lig überflüssig: dieselbe tritt daher auch in der That erst, wie meine Beobachtungen gelehrt haben, im dritten Moment des Mechanismus der *Explosivae tenues* ein, wenn die Lösung des Verschlusses des Mundkanals und des Kehlkopfs erfolgt, und ein Vokal oder ein anderer, die völlige Absperrung der *Pars nasalis* erfordernder Sprachlaut angefügt werden soll.

Bei der *Explosiva media* dagegen, wenn sie gut und vollständig gebildet wird, wird im ersten Moment die Glottis bis zur Bildung aufschlagender Schwingungen (s. S. 79. 126) geschlossen, im 2. Moment findet, ohne dass der Expirationsstrom auch nur einen Augenblick unterbrochen worden wäre, gleichzeitig mit dem vollständigen Verschluss der Mund- und Nasenhöhle die Bildung dieser Schwingungen, welche den von Purkinje sogenannten Blählaut geben, statt, während dessen, namentlich wenn man ihn experimenti gratia etwas länger aushält, der Kehlkopf merklich am Halse herabsteigt. Schon daraus geht hervor, dass behufs der Bildung dieses Sprachlauts die *Pars nasalis* des Pharynx luftdicht geschlossen sein muss, nicht offen steht, wie bei der *Tenuis*, sonst würde der Kehlräum eine Seitenöffnung haben, durch welche die während jener Stimmbänderschwingungen in ihn tretende Luft einen Ausweg finden könnte: da aber während der Bildung des Blählauts der Kehlkopf im Verhältniss des Lufteintritts in den Kehlräum abwärts steigt, natürlich um letztern zu vergrössern, so kann unmöglich während dieses Vorgangs eine Spaltöffnung zwischen Velum palati und Hinterwand des Pharynx existiren.

Bei der *Explosiva adspirata* soll nach meinen frühern Angaben¹⁾ die Glottis schon im ersten Moment geöffnet sein, wenigstens, wenn dieser Explosivlaut die Silbe anlautet. Um diese Sache genauer zu untersuchen, stellte ich

1) S. beide obige Schriften 854 ff. u. 90.

Perkussionsexperimente an meiner eignen Luftröhre an, bei offenem und geschlossenem Kehlkopf, und während des Mechanismus der G- oder K-Bildung. Dass der Ton bei offener Glottis etwa eine Terz tiefer ausfällt, als bei geschlossener, wenn gleichzeitig der Mund geschlossen gehalten wird, dagegen etwa eine Quinte höher bei offenem Munde, so dass der bei geschlossener Glottis erzeugte Perkussionston der Luftröhre sowohl bei offenem, als auch bei geschlossenem Munde ziemlich dieselbe Schwingungszahl zeigt, wusste ich schon durch frühere von mir angestellte Versuche. Jetzt wollte ich nun zu erfahren suchen, ob die Luftröhre, bei der Adspirata perkutirt, einen andern Ton gebe, als bei der Tenuis.

In der That fiel der Ton auf der Tenuis merklich tiefer aus, als auf der Adspirata, wenn der Versuch in der Weise angestellt wurde, wie in meinem zweiten Versuche (Phonet. Streitp. S. 90), und zwar sowohl beim Einsatz des Explosivlauts, während des Verschlusses, als auch während der Lösung desselben. Ich glaube daher, dass wir mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass schon beim Einsatz oder dem zweiten Moment der Explosiva adspirata die Glottis etwa in der Weise geöffnet sei, wie wir es als 1. Art des Vokaleinsatzes angenommen haben, und die expirative Luftsäule dabei unmittelbar gegen die Organe des Verschlusses des Mundkanals angedrückt werde, um im dritten Moment diesen Verschluss bei rascher Erweiterung der Glottis bis auf ihr Maximum zu durchbrechen.

Endlich noch einige Worte über die artikulatorischen Funktionen des Zäpfchens. Beim rein gebildeten Ch liegt die Spitze des Zäpfchens dem Zungenrücken nicht so dicht auf, wie beim R palat., mag dies mit oder ohne Ton gegeben werden; es kommt beim Ch nicht zu Vibrationen des Zäpfchens. Aus diesem Grunde darf der Luftstrom für das Ch nicht zu sehr beschleunigt werden, denn sobald dies ge-

schiebt, geräth das Zäpfchen auch bei ziemlich hoher Lage in Schwingungen. Im Uebrigen weicht der Mechanismus beider Sprachlaute nicht von einander ab. Es verhält sich beinahe das Ch zum R mutum, wie ein Falsetton zum Brustton. Man kann Ch einsetzen und crescendo (durch Schwelung des Luftstroms) R mutum daraus machen, welches decrescendo wieder in Ch zurückfällt. Das R mutum kommt in der arabischen Sprache als selbstständiger Sprachlaut vor, wird aber auch in andern Sprachen, selbst in der deutschen, oft genug gehört.

Bei allen Rachenlauten, mit Ausnahme des N pal., also bei G dur, K, R, Ch, wird das Zäpfchen durch die Treibkraft des expirativen Luftstroms vorwärts geworfen, wie eine Windfahne, und es trägt durch seine Reibung wesentlich mit zu dem Explosionsgeräusche des K bei. Zusammengezogen ist der Musc. azygos uvulae bei keiner dieser Artikulationen: die Vibration ist lediglich ein passiver Vorgang, den es über sich ergehen lassen muss.

Die Zusammenfügung des Gaumens mit der Zunge geschieht bei der Bildung des Ch je nach der Art des vorlautenden Vokals auf verschiedenen Zonen des Gaumengewölbes. An den tiefsten Theil des Gaumens begiebt sich zu diesem Zwecke die Zunge vor oder nach dem Vokal A, weil sie hier gleichfalls tief liegen muss; höher bei O, noch höher bei U, am höchsten bei Ä, Ö und E, wo die Luft, in einen engen Spaltkanal geengt, endlich zwischen hart-weichem Gaumen und Zunge in der von mir früher¹⁾ beschriebenen und abgebildeten Weise herausfährt. Dabei setze ich jedoch voraus, dass bei Ä, Ö und E das Ch durch Heben des Mitteltheils der Zunge gegen den weichen Gaumen erzeugt wird, nicht durch Anlegen des Vor-

1) Anthropophonik. S. 838.

dertheils der Zunge an den harten Gaumen, in welchem letztern Falle nicht mehr Ch, sondern das (unter diesen Umständen auch wirklich geläufigere) G moll gehört wird. In der Schweiz hört man in der Regel die Silben Äch, Öch, Ech und selbst Ich wirklich mit dem Velo-lingualgeräusche, welches das Ch charakterisirt, in den hochdeutsch sprechenden Ländern dagegen wird vor und nach den genannten Vokalen das Palato-lingualgeräusch G moll oder J gehört, wenn wir unter dem Vorsatzwort Velo- den weichen und unter Palato- den harten Gaumen verstehen. Auf der Gränze des harten und weichen Gaumens liegt auch die Grenze des G-moll- und des Ch-Gebiets.

Hiermit sind auch wir auf der Grenze des von uns zu durchforschenden Gebiets angelangt, wenn auch bei Weitem noch nicht am Ziele unserer Forschungen selbst. Denn diese betrachte ich durch vorliegende Arbeit erst eingeleitet; werden dieselben, namentlich die laryngoskopischen, an recht vielen andern, dazu sich eignenden Individuen fortgesetzt, so wird die von mir angebahnte Wissenschaft, die Anthropophonik, einen Umfang gewinnen und Resultate geben, wie sie vorjetzt wohl kaum geahnt werden können.

Figurenerklärung.

Vorbemerkung. Da während des Drucks einige Figuren geändert, mehrere andere neu hinzugefügt worden sind, so bitte ich den Leser, einige Verweisungen im Texte theils zu berichtigen, theils aus nachstehender Erklärung hinzuzufügen. So ist die Verweisung S. 13 Z. 15 in Fig. 4, und die auf S. 17, Z. 6 in Fig. 4, 6 zu ändern.

Fig. 1. Beleuchtung des Kehlkopfspiegels bei von hinten und oben einfallendem Sonnenlicht, wobei der Reflexspiegel zugleich als Ocularspiegel dient, s. S. 2.

„ 2. Rachenspiegel. S. 5. 6.

„ 3. Die mittels des Rachenspiegels zur Anschauung zu bringenden Organe. S. 10. 11.

„ 4. Der Kehlkopf und dessen Umgebungen im Kehlkopfspiegel betrachtet. S. 12—17.

„ 5. Gesenkter Kehldeckel. S. 14.

„ 6. Gehobener Kehldeckel. S. 22. 24.

„ 7. Flüsterstimme, völlig tonlose. S. 77.

„ 8. „ „ hauchende. S. 77.

„ 9. Toneinsatz, fester. S. 79.

„ 10. Tongebung im Allgemeinen. S. 75.

„ 11. Verhalten der Stimmritze und Kehlkopfsapertur beim Brustregister auf dem Tone E oder F. S. 96, Z. 1 ff.

„ 12. Dasselbe auf dem Tone e—f. S. 95.

„ 13. „ „ „ „ e—f. S. 96, Z. 16 ff.

„ 14. Verhalten der Stimmritze etc. beim Falsetregister auf dem Tone e. S. 108.

„ 15. Dasselbe auf dem Tone $\bar{e}$. S. 198.

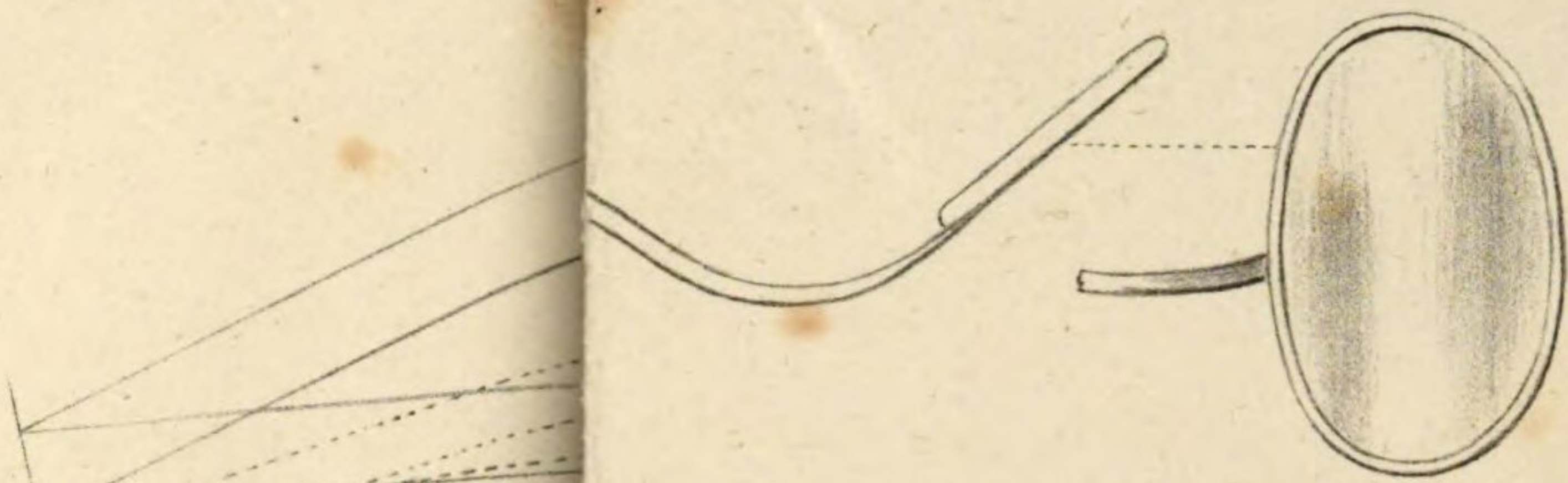
„ 16. „ „ „ „ $\bar{\bar{e}}$. S. 109.

„ 17. Verhalten der Stimmritze und Kehlkopfsapertur beim Strohbas. S. 122.

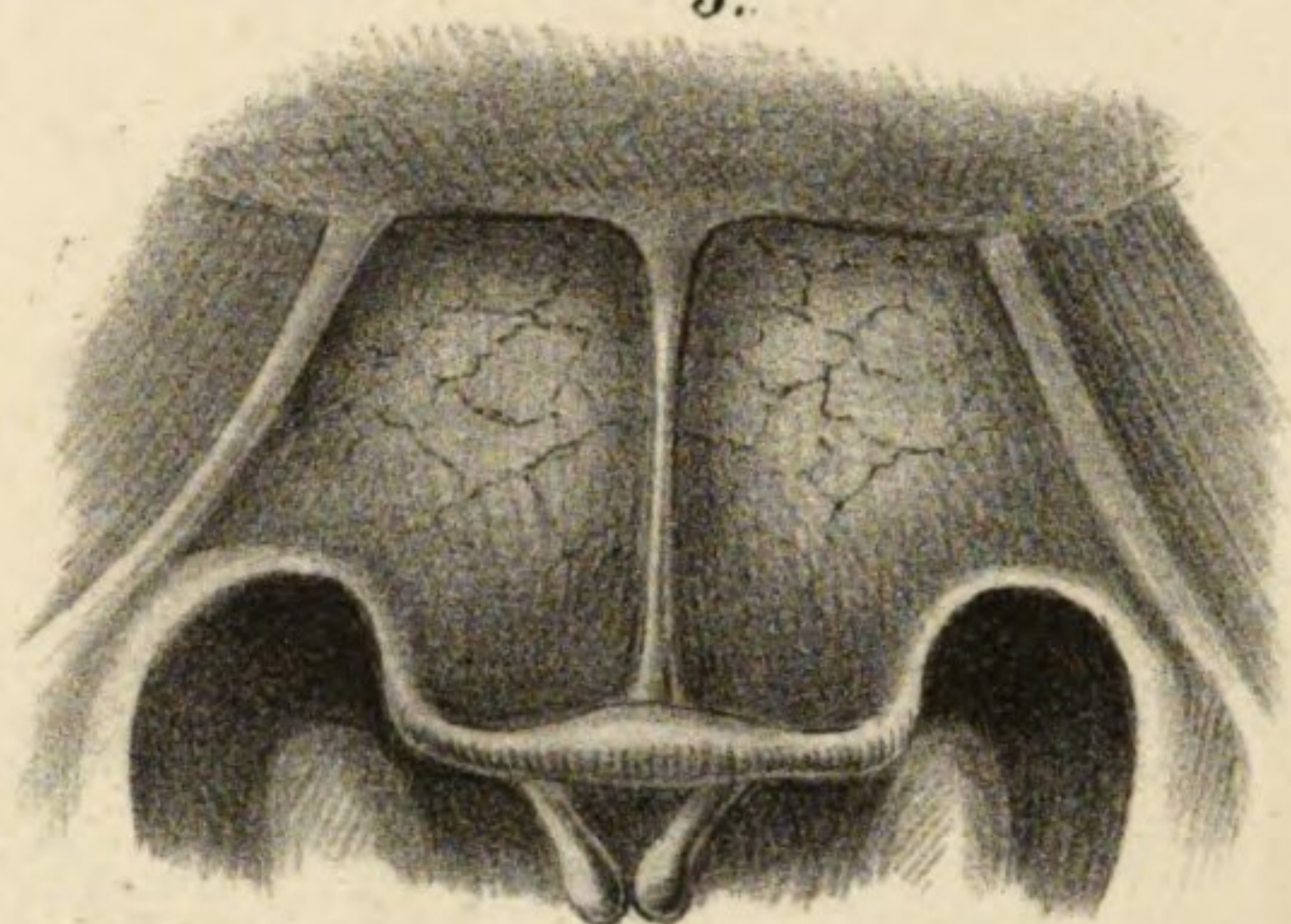
Inhalt.

	Seite
I. Methode der Untersuchung. — Apparat und Handhabung desselben	1
II. Das zugängliche Sehfeld	6
III. Lage, Beschaffenheit und Bewegungen der im Spiegel sichtbaren Organe	11
IV. Zusammengesetzte Bewegungen zu bestimmten Zwecken . . .	29
1) Das Schlingen	29
Modifikationen des Schlingens. Das Verschlucken. Das Gurgeln	43
2) Das Erbrechen	47
Das Aufstossen. Das Würgen. Schlundkrämpfe . . .	52
3) Das Athemholen	54
Dessen Modifikationen (Rucksen, Saugen, Stozzen, Schnalzen). Schliessen des Kehlkopfs und der Glottis . . .	58
4) Das Räuspern, Husten und Racksen	67
5) Das Niesen und Rülpsen oder Aufstossen (Aufschwulken) . .	70
6) Die eigentlichen Tonphänomene	74
a. Erscheinungen bei der Tonbildung überhaupt . . .	74
b. Beim Flüstern oder Leisesprechen	77
c. Bei völligen, normal gebildeten Tönen. Toneinsatz und Tonabsatz	78
d. Tonunterschiede:	82
aa) nach Stärke und Schwäche	82
bb) nach Intensität	84
cc) nach Höhe und Tiefe (Schwingungszahl) . . .	86

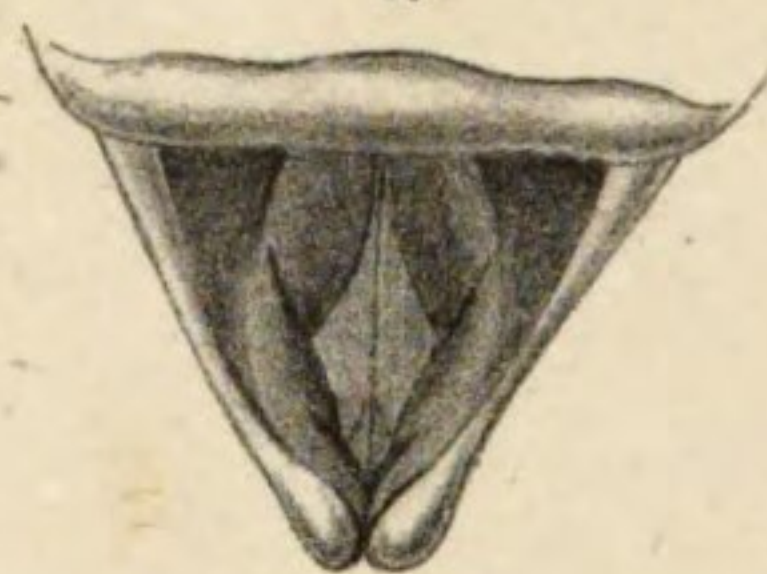
	Seite
e. Tonregister :	95
aa) Brusttöne	95
bb) Falsettöne. Vergleichung beider Register . . .	107
cc) Stroh bass. Kehl bass. Knarrende und rauschende Gutturallaute	122
f. Timbre. Klangfarbe	127
g. Tonbildung und Tonverbindung; einige Modifikationen derselben	134
h. Inspirationstöne. Gähnen. Lachen	138
7) Sprachlaute	140
a. Gutturales (Ein- und Absatz der Vokale)	140
b. Vokale	144
c. Konsonanten	148



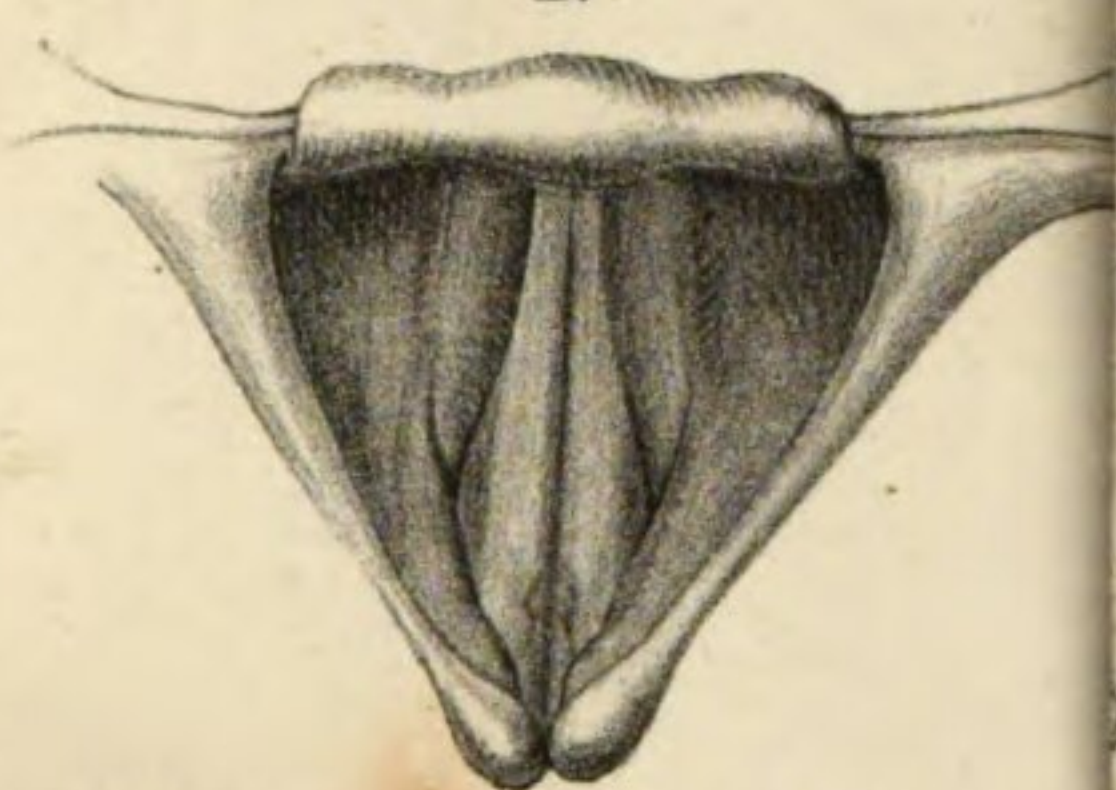
5.



9.



10.



6.

Monarchia

Walter Berger ad naturam

17.



E

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig.

Zettler

Merkel, Carl Ludwig,

Die Funktionen des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes besonders beim Schlingen, Brechen, Athmen, Singen und Sprechen nach eigenen pharyngo- und laryngoskopischen Untersuchungen ; mit 1 Tafel Abbildungen

Leipzig 1862

Anat. 290 td

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369013-7